

Wpłynęło 14.11.2016 r.  
Zrecenzowano 20.12.2016 r.  
Zaakceptowano 14.01.2017 r.

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

# WYZNACZANIE OPTYMALNEGO POZIOMU WODY GRUNTOWEJ NA ZMELIOROWANYCH UŻYTKACH ZIELONYCH W ZALEŻNOŚCI OD EWAPOTRANSPIRACJI RZECZYWISTEJ I RODZAJU GLEBY

Jan SZAJDA<sup>1)</sup> ABCDEF, Leszek ŁABĘDZKI<sup>2)</sup> DEF

<sup>1)</sup> Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach

<sup>2)</sup> Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy

## Streszczenie

W pracy wyznaczono dla zmeliorowanych użytków zielonych na glebach torfowo-murszowych (MtlIbc, MtlIb1, MtlIcc), mineralno-murszowych (Mr42), murszowatych (Me33, Me21, Me11) i murszastych (Mi33) optymalny poziom wody gruntowej w zależności od ewapotranspiracji rzeczywistej, w warunkach których podsiąk kapilarny ze strefy nasyconej w całości równoważy rozchody na ewapotranspirację, zapewnia wilgotność warstwy korzeniowej odpowiadającą  $pF = 1,9$  w okresie IV–V,  $pF = 1,7$  w okresie VI–VII oraz  $pF = 2,1$  w okresie VIII–IX. Taka wilgotność w warunkach oszczędnego zużycia wody skutecznie ogranicza mineralizacją masy organicznej oraz zapewnia uzyskanie maksymalnych plonów siana. Podana w pracy charakterystyka optymalnych poziomów wody gruntowej w zależności od średniej dziennej dla dekad dobowej wartości ewapotranspiracji rzeczywistej i rodzaju gleby (tab. 2) oraz sposób wyznaczania średnich w dekadach dobowych wartości ewapotranspiracji rzeczywistej użytków zielonych (tab. 5) są przydatne do bieżącej eksploatacji systemów nawadniających w siedliskach zalewowych wilgotnych Zb, posusznych Zc i suchych Zd oraz podsiąkowych posusznych PC. Umożliwiają one wyznaczanie w sposób dynamiczny zmiennych w czasie optymalnych poziomów wody gruntowej, dostosowanych do aktualnego przebiegu ewapotranspiracji rzeczywistej użytków zielonych. Utrzymywanie optymalnego poziomu wody gruntowej na zmeliorowanych użytkach zielonych zapewnia maksymalne plonowanie oraz skutecznie ogranicza mineralizację masy organicznej.

**Słowa kluczowe:** ewapotranspiracja rzeczywista, optymalny poziom wody gruntowej, zmeliorowane użytki zielone

**Do cytowania For citation:** Szajda J., Łabędzki L. 2017. Wyznaczanie optymalnego poziomu wody gruntowej na zmeliorowanych użytkach zielonych w zależności od ewapotranspiracji rzeczywistej i rodzaju gleby. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 17. Z. 1 (57) s. 115–134.

## WSTĘP

W okresie powojennym w Polsce i na świecie nastąpił gwałtowny wzrost zapotrzebowania na żywność. Dlatego m.in. za podstawę intensyfikacji produkcji pasz dla zwierząt przyjęto zabiegi melioracyjne, tj. regulację stosunków powietrzno-wodnych na użytkach zielonych znajdujących się na terenach zabagnionych. Jednym z przykładów jest rejon kanału Wieprz–Krzna, w przybliżeniu pokrywający się z granicami Polesia Lubelskiego, gdzie melioracją objęto 71 tys. ha zabagnionych użytków zielonych. Odwodnienie terenów zabagnionych przerywa proces akumulacji masy organicznej i rozpoczyna proces jej decesji. Dlatego w celu spowalniania procesu ubytku masy organicznej autor koncepcji melioracji w tym rejonie ciągle podkreślał: „pamiętajcie o bezwzględnej konieczności intensywnych nawodnień zmeliorowanych użytków zielonych” [KWAPISZEWSKI 1956].

W niniejszej pracy przedstawiono syntezę wyników badań nad określeniem optymalnego poziomu wody gruntowej, w warunkach którego podsiąk kapilarny ze strefy nasyconej w całości równoważy rozchody wilgoci na ewapotranspirację, a wilgotność warstwy korzeniowej zapewnia uzyskanie maksymalnych plonów siana oraz przeciwdziała nadmiernej mineralizacji masy organicznej. Z badań tych wynika, że maksymalne plony siana na zmeliorowanych użytkach zielonych uzyskuje się, gdy wilgotność warstwy korzeniowej gleby odpowiada  $pF = 1,9$  w okresie IV–V,  $pF = 1,7$  w okresie VI–VII,  $pF = 2,1$  w okresie VIII–IX, natomiast optymalny poziom wody gruntowej, zapewniający podaną wyżej wilgotność warstwy korzeniowej, różnicuje się w zależności od ewapotranspiracji rzeczywistej i rodzaju gleby. Podane w literaturze optymalne poziomy wody gruntowej dla siedlisk zalewowych wilgotnych, posusznych i suchych oraz dla siedliska podsiąkowego posusznego wymagają uściślenia [SZAJDA 2009]. Do tego celu należy wykorzystać dekadowe wartości współczynników glebowo-wodnych  $k_{s1}$  w funkcji potencjału wody w glebie, wyznaczone dla znacznie szerszego od zastosowanego wcześniej zakresu zmienności potencjału wody w glebie [SZAJDA 2011]. Współczynniki te umożliwiają wyznaczanie średnich w dekadach dobowych wartości ewapotranspiracji rzeczywistej w okresach IV–V, VI–VII VIII–IX na podstawie zmniejszania się ewapotranspiracji maksymalnej [SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b].

Celem niniejszej pracy jest wyznaczenie dla zmeliorowanych użytków zielonych optymalnego poziomu wody gruntowej, zapewniającego wilgotność warstwy korzeniowej odpowiadającą  $pF = 1,9$  w okresie IV–V,  $pF = 1,7$  w okresie VI–VII oraz  $pF = 2,1$  w okresie VIII–IX w zależności od aktualnej wartości ewapotranspiracji rzeczywistej i rodzajów gleb reprezentujących siedliska zalewowe wilgotne Zb, posuszne Zc i suche Zd oraz siedlisko podsiąkowe posuszne PC.

## PRZEDMIOT BADAŃ W ŚWIETLE LITERATURY

W okresie powojennym w Polsce duże obszary podmoklisk stałych i okresowych, stanowiących siedliska powstawania płytkich gleb hydrogenicznych, zostały poddane zabiegom melioracyjnym [ZAWADZKI 1964]. Zabiegi te polegały najczęściej na regulacji stosunków powietrzno-wodnych za pomocą systemu rowów odwadniająco-nawadniających, zagospodarowaniu pomelioracyjnym użytków zielonych, najczęściej poprzez orkę i obsiew mieszankami traw z motylkowatymi (rodzina: bobowate) oraz intensywnym nawożeniu mineralnym. Skutkiem tych zabiegów było duże plonowanie użytków zielonych po odwodnieniu, lecz także pogłębiające się przesuszenie gleb, spowodowane najczęściej brakiem wody do nawodnień oraz zaniedbaniami w zakresie eksploatacji systemu rowów odwadniająco-nawadniających. Konsekwencją tego było okresowe przesuszenie gleb, zmniejszenie plonów siana w warunkach suszy, osiągające 70% wartości średniej w okresie VI–VII, i najczęściej całkowity brak plonu w okresie VIII–IX [SZAJDA 2011; 2014; SZAJDA, OLSZTA 2000].

Skutkiem przesuszenia jest nieodwracalna mineralizacja masy organicznej, prowadząca do przekształcenia się płytkich gleb murszowych w murszowate [GAWLIK, SZAJDA 2002; 2003] i murszaste, aż do ich całkowitej degradacji [ZAWADZKI 1964], emisja gazów cieplarnianych [STĘPNIEWSKA i in. 2002] i związane z nią zmiany klimatu, niekorzystne przemiany właściwości retencyjnych i przewodzących gleb hydrogenicznych, skutkujące zwiększeniem ich posuszości [GAWLIK, SZAJDA 2002; 2003].

Z przeprowadzonych na Polesiu Lubelskim badań lizymetrycznych ewapotranspiracji maksymalnej i plonowania użytków zielonych na średnio przeobrażonej glebie torfowo-murszowej MtIIbb [SZAJDA 1997; 2006; 2009; 2011; 2014; SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016a, b] oraz równoległych badań ewapotranspiracji rzeczywistej i plonowania łąki w warunkach zróżnicowanej głębokości odwodnienia [SZAJDA 1997; 2000a, b; 2009; 2011; 2014; SZAJDA, OLSZTA 2000; 2002] wynika, że do zapewnienia maksymalnego plonowania użytków zielonych konieczne jest utrzymywanie optymalnego poziomu wody gruntowej, w warunkach którego podsiąk kapilarny ze strefy nasyconej całkowicie równoważy rozchody na ewapotranspirację oraz zapewnia w warstwie korzeniowej wilgotność odpowiadającą  $pF = 1,9; 1,7; 2,1$  odpowiednio w kolejnych okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX. Taka wilgotność ogranicza niekorzystne przemiany gleb spowodowane suszą glebową, zmniejsza mineralizację masy organicznej oraz zapewnia uzyskanie maksymalnych plonów w warunkach oszczędnego zużycia wody.

Z badań wynika, że w każdej glebie występuje optymalny poziom wody gruntowej, w warunkach którego rozchody wilgoci na ewapotranspirację nawet w czasie suszy są w całości równoważone przez podsiąk kapilarny ze strefy nasyconej [SZAJDA 2009; 2011; SZAJDA i in. 2003; 2004; 2006; SZAJDA, OLSZTA 2002; 2005]. Optymalny poziom wody gruntowej różnicuje się w zależności od wielkości roz-

chodów na ewapotranspirację i rodzaju gleby [BRANDYK 1990; ŁABĘDZKI 1997; OLSZTA 1980; 1981; SZAJDA 2009].

Wpływ potencjału wody  $F$  na średnie w dekadzie dobowe wartości ewapotranspiracji rzeczywistej w okresach IV–V, VI–VII i VIII–IX opisują równania [SZAJDA 2011; SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b]:

$$ET = k_{s1}(F)ET_{\max} \quad (1)$$

stąd:

$$k_{s1}(F) = \frac{ET}{ET_{\max}}, \quad 0 \leq k_{s1}(F) \leq 1 \quad (2)$$

gdzie:

$ET$  = średnia w dekadzie dobowa wartość ewapotranspiracji rzeczywistej łąki w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX w warunkach zróżnicowanego potencjału wody  $F$ ,  $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ;

$k_{s1}(F)$  = dekadowy współczynnik glebowo-wodny zależny od wartości  $F$ , obliczony w warunkach bezpośredniego oddziaływania potencjału wody  $F$  na wartość ewapotranspiracji;

$ET_{\max}$  = średnia w dekadzie dobowa wartość ewapotranspiracji maksymalnej łąki w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX, określona empirycznie w warunkach, gdy  $k_{s1} = 1$ ,  $q = q_{\max}$ ,  $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$  [SZAJDA 2006; SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b];

$F$  = największa bezwzględna wartość potencjału wody glebowej w czasie ciągów dni bezopadowych w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX wyznaczona w badaniach lizymetrycznych i polowych w glebach torfowo-murszowych i murszowatych w dekadach z suszą meteorologiczną umiarkowaną, silną i ekstremalną, hPa.

Dekadowe wartości współczynników  $k_{s1}$  w funkcji potencjału wody w glebie  $F$  można obliczyć za pomocą równań [SZAJDA 2011]:

– w okresie IV–V i w zakresie  $F = -586 \div -32$  hPa

$$k_{s1} = -0,0007 (|F|) + 0,9624 \quad r = 0,7162 \quad (3)$$

– w okresie VI–VII i w zakresie  $F = -10000 \div -13$  hPa

$$k_{s1} = -0,1269 \ln (|F|) + 1,3893 \quad R = 0,8401 \quad (4)$$

– w okresie VIII–IX i w zakresie  $F = -15850 \div -15$  hPa

$$k_{s1} = -0,0885 \ln (|F|) + 1,2068 \quad R = 0,8152 \quad (5)$$

Zgodnie z równaniami (1) i (2) wpływ potencjału wody w glebie na ewapotranspirację rzeczywistą ujawnia się w zmniejszeniu ewapotranspiracji maksymalnej wyrażonej wartością współczynników glebowo-wodnych  $k_{s1}$  w funkcji potencjału wody  $F$  w glebie. W związku z tym średnie w dekadach dobowe wartości ewapotranspiracji rzeczywistej w okresach IV–V, VI–VII VIII–IX można obliczyć za pomocą równań [SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b]:

– w okresie IV–V i w zakresie  $F = -586 \div -32$  hPa

$$ET = [-0,0007 (|F|) + 0,9624] ET_{\max} \quad (6)$$

– w okresie VI–VII i w zakresie  $F = -10000 \div -13$  hPa

$$ET = [-0,1269 \ln (|F|) + 1,3893] ET_{\max} \quad (7)$$

– w okresie VIII–IX i w zakresie  $F = -15850 \div -15$  hPa

$$ET = [-0,0885 \ln (|F|) + 1,2068] ET_{\max} \quad (8)$$

## ZAKRES I METODY BADAŃ

Zakresem pracy objęto część badań prowadzonych na Polesiu Lubelskim w latach 1976–1981. Zakres tych badań obejmował pomiary lizymetryczne dekadowych wartości ewapotranspiracji maksymalnej łąki na glebie MtlIbB w Sosnowicy [SZAJDA 1997] oraz równoległe badania głębokości zwierciadła wody gruntowej, dynamiki zmian uwilgotnienia w profilach gleb: MtlIbc, MtlIb1, MtlIIcc, Mr42, Me33, Me21, Me11, Mi33 i wyznaczenie krzywych  $pF$  dla utworów budujących profile tych gleb [SZAJDA1980].

Rozpoznanie i charakterystyki gleb oraz określenia rodzajów prognostycznych kompleksów wilgotnościowo-glebowych (PKWG) dokonano wg zasad opracowanych przez OKRUSZKĘ [1976] i ZAWADZKIEGO [1979]. Wybrane właściwości fizyczne określono metodami ogólnie stosowanymi w Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych – obecnie Instytut Technologiczno-Przyrodniczy [GAWLIK 1992], a charakterystyki wodne na podstawie krzywych  $pF$  wg ZAWADZKIEGO [1973]. Charakterystykę typów hydrologicznego zasilania (THZ) wyróżnionych PKWG na objętych badaniami obiektach oparto na wynikach badań GUZA i SZAJDY [1988]. Łącząc rodzaje PKWG oraz THZ wg zasad określonych przez OKRUSZKĘ [1992], stwierdzono, że gleba MtlIbc (obiekt Piwonia Uhnin) reprezentuje siedlisko zalewowe wilgotne Zb, gleby MtlIb1 (obiekt Piwonia Uhnin), MtlIIcc (obiekt Kanał Szóstecki), Mr42 (obiekt Gęś – Czeberaki), Me33 (obiekt Żarnica) – siedliska zalewowe posuszne Zc, gleby Me21 (obiekt Piwonia Uhnin) i Me11 (obiekt Żarnica) – siedliska zalewowe suche Zd, gleba Mi33 (obiekt Gęś – Czeberaki) – siedlisko

podsiąkowe posuszne PC. Lokalizację tych obiektów na Polesiu Lubelskim oraz w stosunku do stacji opadowych w Sosnowicy i Przegalinach podano w innej pracy [SZAJDA 2009].

Badania dynamiki zmian zalegania poziomu wody gruntowej i uwilgotnienia gleb prowadzono w okresie wegetacyjnym (IV–X), wykonując po jednym pomiarze w okresie dekady. Dynamikę zalegania poziomu wody gruntowej monitorowano w studzienkach kontrolnych, zainstalowanych w środku rozstawy rowów.

Wartości wilgotności objętościowej (% obj.) gleb oznaczano metodą suszarkowo-wagową w próbkach utworów glebowych o objętości 50 cm<sup>3</sup>, pobieranych z zachowaniem nienaruszonej struktury. Próbkę pobierano z głębokości: 5–10, 15–20, 25–30, 35–40, 55–60, 75–80, 95–100 cm, z każdej warstwy w 4 powtórzeniach. Wyniki oznaczeń wilgotności przedstawiono graficznie za pomocą chronozoplet [ZAWADZKI 1964]. Pomierzone w warunkach naturalnych wartości wilgotności objętościowej przeliczono na wartości ciśnienia ssącego na podstawie wyznaczonych dla poszczególnych warstw krzywych  $pF$ . Wilgotności zmierzone w warunkach zrównoważonego bilansu wodnego wyrażano w wartościach  $pF$ , wykorzystując do tego celu właściwe dla poszczególnych warstw krzywe  $pF$ . Wilgotność badanych gleb wyrażoną w wartościach  $pF$  dla warstwy korzeniowej (0–30 cm) obliczano jako wartości średnie ważone, uwzględniając miąższość wyodrębnionych w tej warstwie poziomów morfologicznych.

Do określenia połowej pojemności wodnej w warstwie korzeniowej dla założonej głębokości zwierciadła wody gruntowej wykorzystano ciśnieniowy równoważnik potencjału wody glebowej w warstwach 5, 15, 25 cm, wyrażony wysokością słupa wody i wartością  $pF$  [ZAWADZKI, OLSZTA 1981]. Połową pojemność wodną w warstwie korzeniowej określono średnią ważoną wartością  $pF$ .

Wielkości opadów atmosferycznych scharakteryzowano na podstawie notowań stacji meteorologicznej IMUZ w Sosnowicy oraz stacji meteorologicznej w Przegalinach należącej do Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW).

Średnie dla dekad dobowe wartości ewapotranspiracji rzeczywistej użytków zielonych obliczono za pomocą równań (6), (7) i (8). Podstawy wyznaczania niezbędnych do rozwiązania tych równań średnich dla dekad dobowych wartości ewapotranspiracji maksymalnej podano w innej pracy [SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b].

Z analizy dekadowych wartości elementów bilansu wodnego gleby MtlIbb w latach 1977–1994 [SZAJDA 1997; 2011; SZAJDA, OLSZTA 2002] wynika, że warunki zrównoważonego bilansu występują w dekadach bez opadów, w których nie zachodzi odpływ gruntowy, wilgotność warstwy korzeniowej w funkcji czasu jest stała, a podsiąg kapilarny z poziomu wody gruntowej w całości równoważy rozchody na ewapotranspirację [KOWALIK, ZARADNY 1978]. Na tej podstawie z zebranego w latach 1976–1981 materiału empirycznego wybrano okresy pomiarów ewapotranspiracji maksymalnej oraz głębokości zwierciadła wody gruntowej i wilgotności warstwy korzeniowej wyrażone w wartościach  $pF$ , wykonane w dekadach bez opadów o zrównoważonym bilansie wodnym w profilach gleb reprezentują-

cych siedliska zalewowe wilgotne, posuszne i suche oraz siedlisko podsiąkowe posuszne.

## WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

### ZALEŻNOŚĆ $pF$ BADANYCH GLEB W WARSTWIE KORZENIOWEJ OD POZIOMU WODY GRUNTOWEJ W WARUNKACH RÓŻNEJ EWAPOTRANSPIRACJI

Dynamikę wilgotności gleb w zależności od czasu za pomocą chronoizoplek [ZAWADZKI 1964], opadów, średnie dzienne dla dekad wartości ewapotranspiracji maksymalnej łąki  $ET_{max}$  oraz daty i wyniki pomiarów głębokości zwierciadła wody gruntowej i wilgotności warstwy korzeniowej w wartościach  $pF$  w okresach o zrównoważonym bilansie wodnym podano w pracach: SZAJDY i OLSZTY [2005] dla gleby MtIbc (siedlisko Zb) i MtIIb1 (siedlisko Zc), GÓRECKIEJ [2007] dla gleby MtIIIcc (siedlisko Zc), MAZURA [2005] dla gleby Mr42 (siedlisko Zc), SZAJDY i in. [2006] dla gleby Me33 (siedlisko Zc) i Me11 (siedlisko Zd), WIŚNIEWSKIEGO [2006] dla gleby Me21 (siedlisko Zd) oraz WOJNICKIEGO [2005] dla gleby Mi33 (siedlisko PC). W pracach tych do określenia średnich dziennych dla dekad wartości ewapotranspiracji rzeczywistej  $ET$  za pomocą równania (1) wykorzystano współczynniki glebowo-wodne  $k_{s1}$  w funkcji potencjału wody w glebie, określone dla stosunkowo wąskiego zakresu zmienności  $F$  [SZAJDA 1997], przydatne do wyznaczenia optymalnego poziomu wody gruntowej na glebach MtIba, MtIIbb, MtIIcc [SZAJDA i in. 2004; SZAJDA, OLSZTA 2002].

W niniejszej pracy wilgotność gleby w okresach o zrównoważonym bilansie wodnym wyrażono bezwzględną wartością potencjału wody  $F$  ( $pF = \lg|F|$ ) zgodnie z zaleceniami ZAWADZKIEGO [1973]. Bezwzględne wartości  $F$  wykorzystano do obliczenia współczynników glebowo-wodnych  $k_{s1}$  za pomocą równań (3), (4) i (5) oraz średnich dziennych dla dekad wartości  $ET$  za pomocą równania (6) w okresie IV–V, równania (7) w okresie VI–VII, równania (8) w okresie VIII–IX. Obliczone wartości  $ET$  pogrupowano, przyjmując przedziały 0,1–2,0, 2,1–4,0, 4,1–6,0 mm·d<sup>-1</sup>, oraz obliczono wartości średnie dla przedziałów. Głębokości zwierciadła wody oraz odpowiadające im wartości  $pF$  w wyznaczonych przedziałach  $ET$  naniesiono na układ współrzędnych oraz wyrównano graficznie.

Dla badanych gleb obliczono wartości  $pF$  odpowiadające polowej pojemności wodnej PPW [ZAWADZKI, OLSZTA 1981] dla głębokości zwierciadła wody  $h = 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100$  cm. Obliczone wartości PPW oraz odpowiadające im głębokości zwierciadła wody gruntowej  $h$  naniesiono na układ współrzędnych i wyrównano graficznie.

Uzyskano w ten sposób krzywe dla trzech średnich w wyróżnionych przedziałach wartości  $ET$  oraz dla wartości  $ET = 0$  (krzywa dla PPW). Krzywe te charakteryzują zdolności podsiąkowe badanych gleb w zależności od głębokości zwiercia-

**Tabela 1.** Zależność  $pF$  warstwy korzeniowej gleb torfowo-murszowych, mineralno-murszowych, murszowatych i murszastych od głębokości zwierciadła wody gruntowej  $h$  (cm) dla polowej pojemności wodnej (PPW) [ZAWADZKI, OLSZTA 1979] oraz różnej średniej dziennej dla dekad wartości ewapotranspiracji rzeczywistej  $ET$  ( $\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ) w warunkach zrównoważonego bilansu wodnego

**Table 1.** Dependence of  $pF$  in the root layer in peat-moorsh, mineral-moorsh, mucky and muckous soils on groundwater table depth  $h$  (cm) for field water capacity (PPW) [ZAWADZKI, OLSZTA 1979] and the 10-day mean daily actual evapotranspiration  $ET$  ( $\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ) under conditions of water balance

Gleba Soil	PHSW	Parametr <sup>1)</sup> Parameter <sup>1)</sup>	$pF$ warstwy korzeniowej, gdy głębokość zwierciadła wody $h$ (cm) $pF$ in the root layer for groundwater table depth $h$ (cm)							
			30	40	50	60	70	80	90	100
Mtlbc	Zb	PPW ( $ET = 0$ )	1,23	1,45	1,62	1,68	1,77	1,83	1,90	1,95
		$ET \in [0,1; 2,0]$ 1,2 (5)	1,25	1,50	1,65	1,75	1,87	2,02	2,27	–
		$ET \in [2,1; 4,0]$ 2,9 (10)	1,27	1,54	1,70	1,82	1,97	2,20	2,50	–
		$ET \in [4,1; 6,0]$ 4,8 (3)	1,27	1,58	1,77	1,95	2,27	2,65	–	–
Mtlbl1	Zc	PPW ( $ET = 0$ )	1,30	1,45	1,58	1,65	1,75	1,82	1,90	1,95
		$ET \in [0,1; 2,0]$ 1,6 (5)	1,30	1,46	1,60	1,72	1,83	2,00	2,18	2,40
		$ET \in [2,1; 4,0]$ 2,5 (9)	1,30	1,47	1,63	1,82	2,05	2,35	2,92	–
		$ET \in [4,1; 6,0]$ 4,9 (4)	1,30	1,48	1,65	1,90	2,32	–	–	–
MtlIcc	Zc	PPW ( $ET = 0$ )	1,15	1,32	1,50	1,62	1,75	1,82	1,92	1,98
		$ET \in [0,1; 2,0]$ 1,5 (4)	1,15	1,32	1,53	1,72	1,98	2,35	3,00	–
		$ET \in [2,1; 4,0]$ 2,8 (5)	1,15	1,32	1,56	1,80	2,13	2,70	–	–
		$ET \in [4,1; 6,0]$ 5,1 (4)	1,15	1,32	1,60	1,93	2,45	–	–	–
Mr42	Zc	PPW ( $ET = 0$ )	1,23	1,47	1,62	1,67	1,77	1,83	1,90	1,95
		$ET \in [0,1; 2,0]$ 1,7 (3)	1,24	1,49	1,65	1,90	2,28	2,95	4,10	–
		$ET \in [2,1; 4,0]$ 2,9 (9)	1,25	1,52	1,75	2,08	2,60	3,60	–	–
Me33	Zc	PPW ( $ET = 0$ )	1,25	1,48	1,58	1,70	1,77	1,83	1,90	1,95
		$ET \in [0,1; 2,0]$ 1,8 (2)	1,25	1,48	1,58	1,72	1,90	2,15	–	–
		$ET \in [2,1; 4,0]$ 2,8 (10)	1,25	1,485	1,62	1,80	2,02	2,30	2,68	3,19
		$ET \in [4,1; 6,0]$ 4,9 (6)	1,25	1,49	1,65	1,87	2,25	2,78	–	–
Me21	Zd	PPW ( $ET = 0$ )	1,27	1,43	1,57	1,70	1,78	1,85	1,90	1,95
		$ET \in [0,1; 2,0]$ 1,4 (12)	1,27	1,43	1,58	1,73	1,95	2,25	2,60	3,05
		$ET \in [2,1; 4,0]$ 3,1 (1)	1,27	1,44	1,59	1,77	2,05	2,35	–	–
		$ET \in [4,1; 6,0]$ 5,0 (4)	1,27	1,45	1,62	1,85	2,15	2,55	3,08	–
Me11	Zd	PPW ( $ET = 0$ )	1,25	1,47	1,57	1,67	1,77	1,83	1,90	1,95
		$ET \in [0,1; 2,0]$ 1,5 (5)	1,25	1,48	1,62	1,70	1,90	2,12	2,42	2,87
		$ET \in [2,1; 4,0]$ 2,6 (8)	1,25	1,49	1,65	1,75	1,95	2,20	2,57	3,15
		$ET \in [4,1; 6,0]$ 5,0 (2)	1,25	1,50	1,69	1,80	2,00	2,32	2,80	–
Mi33	PC	PPW ( $ET = 0$ )	1,23	1,48	1,60	1,67	1,75	1,82	1,88	1,95
		$ET \in [0,1; 2,0]$ 1,2 (2)	1,23	1,49	1,63	1,70	1,82	1,95	2,25	2,80
		$ET \in [2,1; 4,0]$ 2,7 (8)	1,23	1,50	1,65	1,78	1,87	2,05	2,42	3,15
		$ET \in [4,1; 6,0]$ 5,4 (2)	1,23	1,51	1,70	1,80	1,95	2,25	–	–

<sup>1)</sup> Przy  $ET$  ( $\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ) podano liczbę dekad z wartościami w podanych przedziałach [0,1; 2,0], [2,1; 4,0], [4,1; 6,0].  
Objaśnienia: „–” brak danych, PHSW = potencjalne hydrogeniczne siedlisko wilgotnościowe: Zb = zalewowe wilgotne, Zc = zalewowe posuszne, Zd = zalewowe susze, PC = podsiakowe posuszne.

<sup>1)</sup> At  $ET$  ( $\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ) are given the number of the decades in this parameter ranges [0,1; 2,0], [2,1; 4,0], [4,1; 6,0].  
Explanations: “–” no data, PHSW = potential hydrogenic soil-moisture site: inundated moist Zb, inundated drying up Zc, inundated dry Zd, waterlogged drying up PC.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.



dła wody  $h$ , wartości ewapotranspiracji i rodzaju gleby w warunkach zrównoważonego bilansu wodnego. Parametry uzyskanych krzywych przedstawiono tabelarycznie (tab. 1).

Wskazują one (tab. 1), że optymalny poziom wody gruntowej, w warunkach którego efektywny podsiąk kapilarny ze strefy nasyconej w całości równoważy rozchody wilgoci na ewapotranspirację i zapewnia dużą wilgotność warstwy korzeniowej, wynosi 60 cm na glebach Mtlbc, MtlIb1, MtlIIcc, Me33, Me21, 50 cm na glebie Mr42, 70 cm na glebach Me11 i Me33. Zróżnicowanie to potwierdza, że w każdej glebie występuje optymalny poziom wody gruntowej [SZAJDA 2009; 2011; SZAJDA i in. 2003; 2004; 2006; SZAJDA, OLSZTA 2002; 2005].

Gdy głębokość zwierciadła wody gruntowej wynosi 50 cm, to efektywny podsiąk kapilarny w warstwie korzeniowej gleby Mtlbc zapewnia  $pF = 1,62$ , gdy  $ET = 0$ ,  $pF = 1,65$ , gdy  $ET = 1,2 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ,  $pF = 1,70$ , gdy  $ET = 2,9 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$  i  $pF = 1,77$  gdy  $ET = 4,8 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ . Gdy natomiast głębokość zwierciadła wody gruntowej wynosi 70 cm, to efektywny podsiąk kapilarny w warstwie korzeniowej gleby Mtlbc zapewnia  $pF = 1,77$ , gdy  $ET = 0$ ,  $pF = 1,87$ , gdy  $ET = 1,2 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ,  $pF = 1,97$ , gdy  $ET = 2,9 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ,  $pF = 2,27$ , gdy  $ET = 4,8 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ .

Wartość  $pF$  w omawianych glebach zwiększa się (wilgotność w % obj. maleje), gdy zwiększa się głębokość zwierciadła wody gruntowej i wartość ewapotranspiracji oraz gdy pogarszają się zdolności przewodzące utworów glebowych, waloryzowane stopniem zmuszenia i rozkładu torfu [GAWLIK 1992; OKRUSZKO 1976] (w niniejszych badaniach gleby Mtlbc, MtlIIcc) oraz skład granulometryczny utworów mineralnych [ZAWADZKI 1979] (w niniejszych badaniach gleby Me11, Me33). Zróżnicowanie to potwierdza wyniki badań innych autorów [ŁABĘDZKI 1997; SZAJDA 2009].

Obniżanie się zwierciadła wody gruntowej poniżej głębokości optymalnej powoduje zmniejszenie intensywności podsiąku, gleba stopniowo przesyca, począwszy od połowej pojemności wodnej ( $pF = 2,0$ ), przez wilgotność odpowiadającą granicy wody łatwo dostępnej ( $pF = 2,7$ ), granicę wody trudno dostępnej ( $pF = 3,0$ ), aż do granicy wody niedostępnej ( $pF = 4,2$ ). Intensywność wysychania gleby zależy od czasu i intensywności rozchodów na ewapotranspirację [VISSER 1963].

Z badań wynika istotne zróżnicowanie  $pF$  warstwy korzeniowej badanych gleb w zależności od czasu wysychania  $t$ , charakteryzowanego liczbą dni w ciągu bezopadowym  $T$  [SZAJDA 2009], definiowanym wg KOŹMIŃSKIEGO [1986]. Wartość  $pF$  warstwy korzeniowej zwiększa się wraz z długością okresu wysychania. Zwiększa się ona też, gdy wzrasta stopień posuszenia gleb waloryzowany przynależnością do PHSW (Zb, Zc, Zd, PC). Podana przez SZAJDĘ [2009] charakterystyka liczbowa zróżnicowania wartości  $pF$  w zależności od czasu wysychania i stopnia posuszenia gleb może być wykorzystana do oceny aktualnej wartości  $pF$  warstwy korzeniowej w glebach torfowo-murszowych siedlisk Zb, Zc, murszowatych siedlisk Zc, Zd oraz murszastych siedlisk PC w okresie VI–IX na podstawie czasu wysychania  $t$  w okresie ciągu bezopadowego  $T$  w podanych przedziałach wartości  $t$ .

Obliczona z uzyskanych zależności  $pF(t)$  dla badanych gleb długość ciągu bezopadowego  $T = t$  powodująca wysychanie warstwy korzeniowej gleby do wartości  $pF$  2,7; 3,0;  $>3,0$  różnicuje się w zależności od rodzaju gleby i warunków wodnych siedlisk. Maleje ona, gdy wzrasta stopień posuszenia gleb, waloryzowany przynależnością do rodzajów PHSW. Podana przez autora charakterystyka liczbowa tego zróżnicowania umożliwia określenie klasy suszy meteorologicznej dla różnych rodzajów gleb łączonych w PHSW. Klasy te określa się następująco:

- susza umiarkowana – na podstawie długości ciągu bezopadowego, powodującej zmniejszenie wilgotności warstwy korzeniowej do  $pF = 2,7$ ;
- susza silna – na podstawie długości ciągu bezopadowego powodującej zmniejszenie wilgotności warstwy korzeniowej do  $pF = 3,0$ ;
- susza ekstremalna – na podstawie długości ciągu bezopadowego, powodującej zmniejszenie wilgotności warstwy korzeniowej do  $pF > 3,0$ .

Charakterystyka ta jest przydatna do oceny klas suszy meteorologicznej na podstawie długości ciągu bezopadowego  $T$  wg metody KOZMIŃSKIEGO [1986] w siedliskach gleb torfowo-murszowych Zb, Zc, murszowatych Zc, Zd i murszastych PC w okresie VI–IX.

#### ZALEŻNOŚĆ OPTIMALNEGO POZIOMU WODY GRUNTOWEJ BADANYCH GLEB OD EWAPOTRANSPIRACJI RZECZYWISTEJ

Podstawę określenia zależności optymalnego poziomu wody gruntowej badanych gleb, w warunkach którego efektywny podsiąk kapilarny zapewnia  $pF$  warstwy korzeniowej równe 1,9; 1,7; 2,1 odpowiednio w kolejnych okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX, od ewapotranspiracji rzeczywistej stanowiły krzywe charakteryzujące zdolności podsiąkowe badanych gleb w zależności od głębokości zwierciadła wody gruntowej, wartości ewapotranspiracji i rodzaju gleby w warunkach zrównoważonego bilansu wodnego, uzyskane graficznie a przedstawione tabelarycznie (tab. 1). Z krzywych tych odczytano optymalny poziom wody gruntowej  $h_{opt}$  zapewniający  $pF$  równe 1,9; 1,7; 2,1 dla średnich w wyróżnionych przedziałach wartości ewapotranspiracji rzeczywistej  $ET$ . Odczytane głębokości  $h_{opt}$  (w cm) dla  $pF = 1,9$  w okresie IV–V,  $pF = 1,7$  w okresie VI–VII i  $pF = 2,1$  w okresie VIII–IX oraz odpowiadające im wartości ewapotranspiracji rzeczywistej  $ET$  ( $\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ) naniesiono na układ współrzędnych i wyrównano graficznie. Z uzyskanych w ten sposób zależności  $h_{opt}(ET)$  dla okresów IV–V, VI–VII, VIII–IX odczytano głębokości  $h_{opt}$  dla wartości  $ET = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ . Określone w ten sposób optymalne poziomy wody gruntowej w zależności od ewpotranspiracji rzeczywistej i rodzaju gleby zestawiono w tabeli 2.

Z zestawienia wynika, że głębokości  $h_{opt}$  w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX maleją, gdy zwiększa się wartość ewapotranspiracji (tab. 2). Są one najmniejsze w okresie VI–VII, a największe w okresie VIII–IX. Zróżnicowanie to potwierdza

**Tabela 2.** Zależność optymalnego poziomu wody gruntowej  $h_{opt}$  dla  $pF$  równego 1,9; 1,7; 2,1 w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX od ewapotranspiracji rzeczywistej  $ET$  i rodzaju gleby

**Table 2.** Dependence of optimum groundwater table depth  $h_{opt}$  for  $pF$  1.9; 1.7; 2.1 in the periods IV–V, VI–VII, VIII–IX on actual evapotranspiration  $ET$  and soil type

Gleba Soil	PHSW	Okres Period	$pF$	$h_{opt}$ (cm) dla $ET$ (mm·d <sup>-1</sup> )				
				$h_{opt}$ (cm) for $ET$ (mm·d <sup>-1</sup> )				
				1	2	3	4	5
Mtlbc	Zb	IV–V	1,9	75	69	64	61	58
		VI–VII	1,7	57	51	48	46	46
		VIII–IX	2,1	84	80	76	71	65
MtlIb1	Zc	IV–V	1,9	78	70	64	61	60
		VI–VII	1,7	60	56	54	52	51
		VIII–IX	2,1	87	79	73	68	66
MtlIcc	Zc	IV–V	1,9	70	65	62	60	58
		VI–VII	1,7	60	57	54	53	52
		VIII–IX	2,1	77	72	68	66	64
Mr42	Zc	IV–V	1,9	67	59	54	–	–
		VI–VII	1,7	55	51	48	–	–
		VIII–IX	2,1	76	64	59	–	–
Me33	Zc	IV–V	1,9	76	69	64	62	61
		VI–VII	1,7	60	57	54	53	52
		VIII–IX	2,1	83	77	73	70	69
Me21	Zd	IV–V	1,9	69	66	65	63	62
		VI–VII	1,7	60	58	56	55	54
		VIII–IX	2,1	83	74	72	70	68
Me11	Zd	IV–V	1,9	72	68	66	66	66
		VI–VII	1,7	61	57	54	54	53
		VIII–IX	2,1	80	76	74	73	73
Mi33	PC	IV–V	1,9	81	74	70	69	68
		VI–VII	1,7	58	57	56	55	55
		VIII–IX	2,1	86	83	80	79	78

Objaśnienia jak w tabeli 1. Explanations as in the table 1.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

istotny wpływ średnich dziennych dla dekad wartości ewapotranspiracji rzeczywistej na głębokość  $h_{opt}$ . Średnie dzienne dla dekad wartości  $ET$  zwiększają się bowiem wraz z przyrostem zielonej masy traw oraz maleją, gdy zwiększa się bezwzględna wartość potencjału wody w glebie. Wartości  $ET$  są największe w okresie VI–VII, a najmniejsze w okresie VIII–IX [SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b], podobnie jak wartości potencjału wody w glebie  $F = 80$  hPa ( $pF$  1,9) w okresie IV–V,  $F = 50$  hPa ( $pF$  1,7) w okresie VI–VII,  $F = 126$  hPa ( $pF$  2,1) w okresie VIII–IX.

Gdy  $ET = 3$  mm·d<sup>-1</sup>, to:  $h_{opt}$  dla  $pF = 1,7$  na glebie Mtlbc wynosi 48 cm, na MtlIb1 54 cm, na MtlIcc 54 cm, na Mr42 48 cm, na Me33 54 cm, na Me21 56 cm, na Me11 54 cm, na Mi33 56 cm;  $h_{opt}$  dla  $pF = 1,9$  wynosi odpowiednio 64, 64, 62,

54, 64, 65, 66, 70 cm;  $h_{opt}$  dla  $pF = 2,1$  odpowiednio 76, 73, 68, 59, 73, 72, 74, 80 cm. Przedstawione zróżnicowanie głębokości  $h_{opt}$  dla  $pF$  równego 1,7; 1,9; 2,1 i  $ET = 3 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$  w zależności od rodzaju gleby wskazuje, że głębokość  $h_{opt}$  maleje, gdy zwiększa się stopień zmuszenia i rozkładu torfu (gleby Mtlbc i MtlIcc) oraz ilości materii organicznej (gleby mineralno-murszowe Mr42, murszowate Me33, Me21, Me11 i murszaste Mi33). Zróżnicowanie to uściśla wyniki badań SZAJDY [2009].

Gdy  $ET = 3 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ , to  $h_{opt}$  dla  $pF = 2,0$  wynoszą odpowiednio w wymienionych w poprzednim akapicie rodzajach gleb 70, 68, 65, 58, 68, 68, 70, 75 cm. Wartości te odnoszone do wartości  $z_{max}$  określonych przez ŁABĘDZKIEGO [1997] wskazują, że badane gleby ze względu na zdolności zaspokajania potrzeb wodnych roślin określić można jako dobre (gleby Mtlbc, MtlIb1, MtlIcc, Me33, Me21, Me11, Mi33) i średnie (gleba M42).

Optymalne poziomy wody  $h_{opt}$  dla  $pF = 1,7$  w warunkach  $ET = 3 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$  na badanych glebach (tab. 2) są większe od dopuszczalnych poziomów dolnych  $h_1$  podanych dla analogicznych kompleksów przez ZAWADZKIEGO i GUZA [1979] oraz innych autorów [SZUNIEWICZ 1979; SZUNIEWICZ i in. 1992]. Poziomy  $h_1$  odnoszono do warunków, kiedy w warstwie korzeniowej znajduje się 6% obj. powietrza. Nie uwzględnia się przy tym reakcji traw na dużą wilgotność warstwy korzeniowej, odpowiadającą pełnej pojemności wodnej pomniejszonej o 6% obj. Z badań lizymetrycznych wynika, że na taką wilgotność gleby trawy reagują zmniejszeniem plonu i nadmiarowym zużyciem wody na ewapotranspirację [SZAJDA 1997; 2000].

Optymalne poziomy wody  $h_{opt}$  dla  $pF$  równego 1,9 i 2,1 w warunkach  $ET = 3 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$  na badanych glebach są głębsze od poziomów  $h_2$  i  $h_{opt}$  podanych dla analogicznych kompleksów przez SZUNIEWICZA [1979], SZUNIEWICZA i in. [1992] oraz zalecanych przez JURCZUKA [2004]. Poziomy  $h_2$  i  $h_{opt}$  odnoszą się do warunków, kiedy w warstwie korzeniowej znajduje się odpowiednio 8 i 10% obj. powietrza. Z badań lizymetrycznych wynika, że maksymalne plonowanie użytków zielonych w warunkach oszczędnego zużycia wody zapewnia poziom  $h_{opt}$ , w warunkach którego podsiąk kapilarny w całości równoważy rozchody na ewapotranspirację i zapewnia wymaganą wilgotność warstwy korzeniowej, odpowiadającą  $pF = 1,9$  w pierwszym,  $pF = 1,7$  w drugim i  $pF = 2,1$  w trzecim pokosie [SZAJDA 1997; 2000].

Zalecana przez JURCZUKA [2004; 2011] głębokość zwierciadła wody gruntowej (ok. 30 cm) umożliwi utrzymanie bilansu masy organicznej w glebie w równowadze i zahamowanie procesu ubywania torfu, ale wiąże się to z prowadzeniem gospodarki ekstensywnej prowadzącej do uzyskiwania mniejszych plonów i wystąpienia nadmiernego uwilgotnienia gleby, utrudniającego prowadzenie prac polowych. RENGER i in. [2002] stwierdzili, że utrzymywanie zwierciadła wody gruntowej jak najwyżej jest ograniczone przez użytkowanie rolnicze. Takie warunki prowadzą do zmniejszenia produktywności o 10%. KLUGE i in. [2008] ustalili na użytkowanym torfowisku w północno-wschodnich Niemczech, że w warunkach intensywnego użytkowania łąkowego, gdy zwierciadło wody gruntowej znajdowa-

ło się na głębokości 80–120 cm, zmniejszenie miąższości torfu było większe od  $1,5 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , natomiast w warunkach ekstensywnego użytkowania, gdy zwierciadło wody gruntowej znajdowało się na głębokości 50–70 cm, zmniejszenie miąższości torfu było mniejsze od  $0,3 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ . W świetle tych danych optymalny poziom wody gruntowej w granicach 60–80 cm (tab. 2) zapewnia maksymalne plonowanie użytków zielonych oraz skutecznie ogranicza mineralizację torfu i emisję gazów cieplarnianych ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ).

### OKREŚLENIE ŚREDNICH W DEKADACH DOBOWYCH WARTOŚCI EWAPOTRANSPIRACJI RZECZYWISTEJ UŻYTKÓW ZIELONYCH W OKRESACH IV–V, VI–VII, VIII–IX

Określenie średnich w dekadach dobowych wartości ewapotranspiracji rzeczywistej  $ET$  użytków zielonych w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX jest niezbędne do wyznaczenia optymalnego poziomu wody gruntowej  $h_{\text{opt}}$  dla  $pF$  równego 1,9; 1,7; 2,1 (tab. 2). Podstawę obliczeń wartości  $ET$  stanowią równania (6), (7), (8). Do rozwiązania tych równań konieczne jest wyznaczenie średnich w dekadach dobowych wartości ewapotranspiracji maksymalnej  $ET_{\text{max}}$  w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX i współczynników glebowo-wodnych  $k_{s1}$  dla dekad w zależności od optymalnej bezwzględnej wartości potencjału wody w glebie wynoszącej:  $F = 80 \text{ hPa}$  ( $pF = 1,9$ ) w okresie IV–V,  $F = 50 \text{ hPa}$  ( $pF = 1,7$ ) w okresie VI–VII,  $F = 126 \text{ hPa}$  ( $pF = 2,1$ ) w okresie VIII–IX.

Średnie w dekadach dobowe wartości ewapotranspiracji maksymalnej  $ET_{\text{max}}$  w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX w zależności od prognozowanych aktualnych maksymalnych plonów siana  $q_{\text{max}}$  podano w innej pracy [SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b]. Stąd średnie w dekadach dobowe wartości  $ET_{\text{max}}$  użytków zielonych w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX mogą być określane na podstawie prognozowanych aktualnych maksymalnych plonów siana  $q_{\text{max}}$  (tab. 3).

Do obliczenia wartości współczynników glebowo-wodnych  $k_{s1}$  dla dekad w zależności od optymalnej bezwzględnej wartości potencjału wody w glebie  $F$  wykorzystano równania (3), (4), (5). Wartości  $k_{s1}$  w okresie IV–V obliczone za pomocą równania (3) dla bezwzględnej wartości  $F$  równej 80 hPa, w okresie VI–VII za pomocą równania (4), gdy  $F = 50 \text{ hPa}$  i w okresie VIII–IX za pomocą równania (5), gdy  $F = 126 \text{ hPa}$ , podano w tabeli 4.

Zgodnie z równaniami (1) oraz (6), (7), (8) średnie w dekadach dobowe wartości ewapotranspiracji rzeczywistej  $ET$  użytków zielonych w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX można wyznaczyć za pomocą zmniejszania ewapotranspiracji maksymalnej, wyrażonego wartością współczynników glebowo-wodnych  $k_{s1}(F)$  [SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b]. Wartości  $ET$  w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX wyznaczone przez zmniejszanie podanych w tabeli 3. wartości  $ET_{\text{max}}$  wyrażono wartością współczynników  $k_{s1}(F)$  (tab. 4) zestawiono w tabeli 5. Określone w ten sposób

**Tabela 3.** Średnie w dekadach dobowe wartości ewapotranspiracji maksymalnej  $ET_{\max}$  użytków zielonych w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX w zależności od prognozowanych aktualnych maksymalnych plonów siana  $q_{\max}$  [SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b]

**Table 3.** The 10-day mean daily maximum evapotranspiration  $ET_{\max}$  of grasslands in the periods IV–V, VI–VII, VIII–IX depending on the predicted maximum actual hay yield  $q_{\max}$  [SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b]

Okres Period	$ET_{\max}$ (mm·d <sup>-1</sup> ), gdy $q_{\max}$ (t·ha <sup>-1</sup> )							
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,5	6,0	7,0	8,5
IV–V	1,51	1,90	2,66	3,42	4,57	5,72	6,48	–
VI–VII	2,22	2,51	3,09	3,68	4,55	5,42	6,00	6,88
VIII–IX	0,64	0,89	1,41	1,93	2,70	3,47	–	–

Objaśnienia: „–” brak danych. Explanations: “–” no data.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

**Tabela 4.** Współczynniki glebowo-wodne  $k_{s1}$  dla dekad w zależności od optymalnych bezwzględnych wartości potencjału wody w glebie  $F$  w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX

**Table 4.** Decadal soil-water coefficients  $k_{s1}$  depending on the optimum absolute value of soil water potential  $F$  in the periods IV–V, VI–VII, VIII–IX

Okres Period	$ F $ , hPa	$k_{s1}( F )$
IV–V	80	0,91
VI–VII	50	0,89
VIII–IX	126	0,77

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

średnie w dekadzie dobowe wartości  $ET$  mogą być wykorzystane do wyznaczania optymalnego poziomu wody gruntowej w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX dla każdej dekady oraz rodzaju gleby i rodzaju PHSW.

#### WYZNACZANIE OPTYMALNEGO POZIOMU WODY GRUNTOWEJ NA ZMELIOROWANYCH UŻYTKACH ZIELONYCH NA PODSTAWIE ŚREDNIEJ W DEKADZIE DOBOWEJ WARTOŚCI EWAPOTRANSPIRACJI RZECZYWISTEJ I RODZAJU GLEBY

Podstawę wyznaczania głębokości  $h_{\text{opt}}$  w rodzajach gleb reprezentujących siedliska zalewowe wilgotne Zb (gleba Mtlbc), zalewowe posuszne Zc (gleby MtIib1, MtIIIcc, Mr42, Me33), podsiąkowe posuszne (gleba Mi33) i zalewowe suche Zd stanowią średnie dzienne dla dekad dobowe wartości ewapotranspiracji rzeczywistej  $ET$  użytków zielonych w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX (tab. 5), określone na podstawie zmniejszenia średnich dziennych dla dekad dobowych wartości  $ET_{\max}$  (tab. 3) za pomocą wyznaczonych dla tych okresów współczynników glebowo-wodnych  $k_{s1}$  w funkcji potencjału wody w glebie (tab. 4). Określone średnie w de-

**Tabela 5.** Średnie w dekadach dobowe wartości ewapotranspiracji maksymalnej  $ET_{\max}$  w zależności od prognozowanych aktualnych maksymalnych plonów siana  $q_{\max}$  [SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b] oraz ewapotranspiracji rzeczywistej  $ET$  użytków zielonych w zależności od optymalnych bezwzględnych wartości potencjału wody w glebie  $F$  w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX

**Table 5.** The 10-day mean daily maximum evapotranspiration  $ET_{\max}$  depending on the predicted maximum actual hay yield  $q_{\max}$  [SZAJDA, ŁABĘDZKI 2016b] and actual evapotranspiration  $ET$  of grasslands depending on the optimum absolute value of soil water potential  $F$  in the periods IV–V, VI–VII, VIII–IX

Okres Period	F , hPa $k_{s1}( F )$	Wartości ewapotranspiracji, mm Evapotranspiration values, mm								
		IV–V	80	$ET_{\max}$	1,51	1,90	2,66	3,42	4,57	5,72
	0,91	$ET$	1,37	1,73	2,42	3,11	4,16	5,20	5,90	–
VI–VII	50	$ET_{\max}$	2,22	2,51	3,09	3,68	4,55	5,52	6,00	6,88
	0,89	$ET$	1,98	2,23	2,84	3,27	4,05	4,82	5,34	6,12
VIII–IX	126	$ET_{\max}$	0,64	0,89	1,41	1,93	2,70	3,47	–	–
	0,77	$ET$	0,49	0,68	1,09	1,49	2,08	2,67	–	–

Objaśnienia: „–” brak danych. Explanations: “–” no data.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

kadach dobowe wartości  $ET$  w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX odnoszone do danych z tabeli 2. pozwalają wyznaczyć drogą interpolacji optymalny poziom wody gruntowej odrębnie dla każdej dekady, rodzaju gleby i rodzaju PHSW.

Podana w pracy charakterystyka optymalnych poziomów wody gruntowej  $h_{\text{opt}}$  dla  $pF$  równego 1,7; 1,9; 2,1 w zależności od średnich w dekadach dobowych wartości ewapotranspiracji rzeczywistej  $ET$  w okresach IV–V, VI–VII, VIII–IX i rodzaju gleby (tab. 2) oraz sposób wyznaczania wartości  $ET$  w tych okresach (tab. 5) są przydatne do bieżącej eksploatacji systemów nawadniających w siedliskach zalewowych wilgotnych Zb, posusznych Zc i suchych Zd oraz podsiąkowych posusznych PC. Umożliwiają one wyznaczanie w sposób dynamiczny zmiennych w czasie optymalnych poziomów wody gruntowej, dostosowanych do aktualnego przebiegu ewapotranspiracji rzeczywistej użytków zielonych. Utrzymywanie na zmeliorowanych użytkach zielonych optymalnego poziomu wody gruntowej zapewnia maksymalne plony siana oraz skutecznie zmniejsza mineralizację masy organicznej.

## PODSUMOWANIE

W pracy wyznaczono dla zmeliorowanych użytków zielonych na glebach torfowo-murszowych (MtIbc, MtIIb1, MtIIIcc), mineralno-murszowych (Mr42), murszowatych (Me33, Me21, Me11) i murszastych (Mi33) optymalne poziomy wody gruntowej, w warunkach których podsiąk kapilarny ze strefy nasyconej w całości równoważy rozchody na ewapotranspirację, zapewnia wilgotność warstwy korzeniowej odpowiadającą  $pF = 1,9$  w okresie IV–V,  $pF = 1,7$  w okresie VI–VII oraz

$pF = 2,1$  w okresie VIII–IX. Taka wilgotność zapewnia uzyskanie maksymalnych plonów siana w warunkach oszczędnego zużycia wody oraz skutecznie zmniejsza mineralizację masy organicznej. Podana w pracy charakterystyka optymalnych poziomów wody gruntowej w zależności od średniej dziennej dla dekad dobowej wartości ewapotranspiracji rzeczywistej i rodzaju gleby (tab. 2) oraz sposób wyznaczania średnich w dekadach dobowych wartości ewapotranspiracji rzeczywistej użytków zielonych (tab. 5) są przydatne do bieżącej eksploatacji systemów nawadniających w siedliskach zalewowych wilgotnych Zb, posusznych Zc i suchych Zd oraz podsiąkowych posusznych PC. Umożliwiają one wyznaczanie w sposób dynamiczny zmiennych w czasie optymalnych poziomów wody gruntowej, dostosowanych do aktualnego przebiegu ewapotranspiracji rzeczywistej użytków zielonych.

## BIBLIOGRAFIA

- BRANDYK T. 1990. Podstawy regulowania uwilgotnienia gleb dolinowych [Basis of soil moisture control in river valley soils]. Rozprawy Habilitacyjne. Warszawa. Wydaw. SGGW–AR. ss. 116.
- GAWLIK J. 1992. Wpływ stopnia rozkładu torfu i stanu jego zagęszczenia na właściwości wodno-retencyjne utworów torfowych [Effect of peat decomposition degree on water retention properties of peat formations]. Rozprawy Habilitacyjne. Falenty. Wydaw. IMUZ ss. 86.
- GAWLIK J., SZAJDA J. 2002. Evaluation of changes in soil conditions on peatlands of the Lublin Polesie due to drainage. *Acta Agrophysica*. Vol. 67 s. 67–76.
- GAWLIK J., SZAJDA J. 2003. Zmiany warunków glebowych na torfowiskach w regionie kanału Wieprz–Krzna wskutek ich odwodnienia [Change of water conditions in peatlands in the Wieprz–Krzna canal region as a result of drainage]. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*. Nr 3 s. 167–170.
- GÓRECKA K. 2007. Określenie optymalnej głębokości odwodnienia ekosystemu łąkowego na glebie murszowej średnio głębokiej w aspekcie zrównoważonego rozwoju [Determination of optimum drainage depth of a meadow ecosystem in a medium-deep moorsh soil in the aspect of sustainable development]. Praca dyplomowa. Maszynopis. Lublin. P. Lub. ss. 60.
- GUZ T., SZAJDA J. 1988. Ustalenie potencjalnych hydrogenicznych siedlisk wilgotnościowych (PHSW) jako podstawy do przewidywania warunków wodnych w siedliskach hydrogenicznych na wybranych obiektach w rejonie kanału Wieprz–Krzna [Determination of the potential hydrogenous sites as a base to predict water conditions in hydrogenous sites in the Wieprz–Krzna canal region]. Sprawozdanie z tematu 10.8.1.2. A.03.02. Maszynopis. Falenty. IMUZ ss. 147.
- JURCZUK S. 2004. Warunki wodne ograniczające straty masy organicznej na łąkach o glebach murszowych [Water conditions restricting losses of organic matter in meadows on peat-moorsh soils]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 4. Z. 2a (11) s. 379–394.
- JURCZUK S. 2011. Melioracyjne uwarunkowania zachowania materii organicznej w użytkowanych łąkowo glebach pobagiennych [Melioration determinants of organic matter preservation in post-bog soils under meadows]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. Rozprawy naukowe i monografie. Nr 30. ISBN 978-83-62416-27-1 ss. 81.
- KLUGE B., WESSOLEK G., FACKLAM M., LORENZ M., SCHWÄRZEL K. 2008. Long-term carbon loss and CO<sub>2</sub>-C release of drained peatland soils in northeast Germany. *European Journal of Soil Science*. Vol. 59 s. 1076–1086. DOI: 10.1111/j.1365-389.2008.01079.x.



- KOWALIK P., ZARADNY H. 1978. Simulation model of the soil water dynamics for layered soil profile with fluctuating water table and water uptake by roots. *Journal of Hydrology Science*. Vol. 5. No. 2 s. 133–142.
- KOŹMIŃSKI Cz. 1986. Przestrzenny i czasowy rozkład okresów bezopadowych trwających ponad 15 dni na terenie Polski [Spatial and temporal distribution of above 15 day long period without rain-falls in the territory of Poland]. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 268 s. 37–52.
- KWAPISZEWSKI J. 1956. Budujemy kanał Wieprz–Krzna [We are building Wieprz–Krzna channel]. Warszawa. PWRiL ss. 91.
- ŁABĘDZKI L. 1997. Potrzeby nawadniania użytków zielonych – uwarunkowania przyrodnicze i prognozowanie [Needs for grassland irrigation – natural determinants and forecasting]. *Rozprawy Habilitacyjne*. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 83-85735-51-8 ss. 147.
- MAZUR R. 2005. Określenie optymalnej głębokości odwodnienia ekosystemu łąkowego w aspekcie zrównoważonego rozwoju [Determination of optimum drainage depth of a meadow ecosystem in the aspect of sustainable development]. *Praca dyplomowa*. Maszynopis. Lublin. P. Lub. ss. 50.
- OKRUSZKO H. 1976. Zasady rozpoznawania i podziału gleb hydrogenicznych z punktu widzenia potrzeb melioracji. W: *Materiały pomocnicze do badań gleboznawczych przy projektowaniu melioracji* [Rules of recognition and classification of hydrogenic soils from the point of view of melioration needs. In: Auxiliary materials for soil survey in the design of melioration]. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 52 s. 7–54.
- OKRUSZKO H. 1992. Siedliska hydrogeniczne, ich specyfika i różnicowanie. W: *Hydrogeniczne siedliska wilgotnościowe* [Hydrogenous sites, their specificity and differentiation. In: Hydrogenous moisture sites]. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 79 s. 5–14.
- OLSZTA W. 1980. Badania nad wpływem zwierciadła wody gruntowej i transpiracji na układ wilgotności w profilu gleby torfowo-murszowej metodą modelowania symulacyjnego [Studies on the impact of groundwater table depth and transpiration on moisture distribution in a peat-moorsh soil profile using mathematical modelling]. *Roczniki Gleboznawcze*. T. 31. Nr 3/4 s. 99–107.
- OLSZTA W. 1981. Badania dynamiki uwilgotnienia gleb, wzrostu traw i prognozowania nawodnień metodą modelowania matematycznego [Research on soil moisture dynamics, grass growth and irrigation prediction using mathematical modelling]. *Rozprawy habilitacyjne*. Falenty. IMUZ ss. 155.
- RENGER M., WESSOLEK G., SCHWÄRZEL K., SAUBERBREY R., STEWERT C. 2002. Aspects of peat conserving and water management. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. Vol. 165(4) s. 487–493. DOI: 10.1002/1522-2624.
- STĘPNIĘWSKA Z., KOTOWSKA U., OSTROWSKA A. 2002. Emisja gazów z jezior naturalnych, zbiorników antropogenicznych oraz z torfowisk Polesia Lubelskiego [Gas emission from natural and anthropogenic lakes of the Łęczyńsko-Włodawskie lakeland and from peatlands of the Poleski National Park]. *Acta Agrophysica*. Vol. 68 s. 215–233.
- SZAJDA J. 1980. Opracowanie metody prognozowania nawodnień w warunkach płytkiego zalegania poziomu wody gruntowej [Development of the method of irrigation planning under the conditions of shallow groundwater table]. *Sprawozdanie końcowe z tematu PR7.06.02.02.06*. Maszynopis. Falenty. IMUZ ss. 111.
- SZAJDA J. 1997. Roślinne i glebowo-wodne wskaźniki ewapotranspiracji łąki na glebie torfowo-murszowej [Crop and soil-water indices of meadow evapotranspiration on peat-muck soil]. *Rozprawy Habilitacyjne*. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 83-85735-62-3 ss. 62.
- SZAJDA J. 2000a. Wpływ głębokości odwodnienia gleby torfowo-murszowej na plonowanie i ewapotranspirację łąki. W: *Renaturyzacja obiektów przyrodniczych – aspekty ekologiczne i gospodarcze* [Influence of the depth of drainage of peat-muck soil on the meadow evapotranspiration and

- yield. In: Restoration of natural objects – ecological and economic aspects]. Red. Z. Michalczyk. Lublin. Wydaw. UMCS s. 207–214.
- SZAJDA J. 2000b. Wpływ minimalnej głębokości odwodnienia na ciśnienie ssące gleby torfowo-murszowej w strefie korzeniowej. W: Problemy ochrony i użytkowania obszarów wiejskich o dużych walorach przyrodniczych [Influence of the minimum drainage depth on the suction pressure of peat-muck soil in the root zone. In: Problems of conservation and utilization of rural areas of great natural value]. Red. S. Radwan, Z. Lorkiewicz. Lublin. Wydaw. UMCS s. 309–316.
- SZAJDA J. 2006. Ocena ewapotranspiracji rzeczywistej użytków zielonych na podstawie plonu aktualnego [Evaluation of actual grassland evapotranspiration based on current yield]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 6. Z. 1(16) s. 403–412.
- SZAJDA J. 2009. Przeciwdziałanie skutkom suszy meteorologicznej na glebach torfowo-murszowych i murszowatych [Counteracting the effects of meteorological drought in peat-muck and mucky soils]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie. Nr 26 ss. 75.
- SZAJDA J. 2011. Wpływ potencjału wody w glebie na ewapotranspirację i plonowanie użytków zielonych na glebach torfowo-murszowych i murszowatych w warunkach suszy meteorologicznej [The effect of water potential in soil on evapotranspiration and grassland yielding on peat-muck and mucky soils under meteorological drought]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie. Nr 32 ss. 62.
- SZAJDA J. 2014. Wpływ potencjału wody w glebie na ewapotranspirację i plonowanie użytków zielonych [The effect water potential in soil on grassland evapotranspiration and yielding]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 14. Z. 4(48) s. 95–122.
- SZAJDA J., ŁABĘDZKI L. 2016a. Szacowanie plonów rzeczywistych z użytków zielonych na podstawie plonów maksymalnych i potencjału wody w glebie [Estimation of actual yield of grassland on the basis of maximum yield and soil water potential]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 16. Z. 1(53) s. 93–114.
- SZAJDA J., ŁABĘDZKI L. 2016b. Wyznaczanie ewapotranspiracji rzeczywistej użytków zielonych na podstawie ewapotranspiracji maksymalnej i potencjału wody w glebie [Determination of actual evapotranspiration of grassland on the basis of maximum evapotranspiration and soil water potential]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 16. Z. 1 (53) s. 71–92.
- SZAJDA J., OLSZTA W. 2000. Influence of sucking pressure of soil water on evapotranspiration and meadow yielding. W: The role of physical and physicochemical properties of soils in functioning of ecosystems. Acta Agrophysica. Vol. 35 s. 183–190.
- SZAJDA J., OLSZTA W. 2002. Wykorzystanie poziomu wody gruntowej jako wskaźnika uwilgotnienia gleby torfowo-murszowej w warunkach różnej ewapotranspiracji [The use of ground water level as a moisture indicator of peat-moorsh soil at indifferent evapotranspiration]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 2. Z. 2(5) s. 33–45.
- SZAJDA J., OLSZTA W. 2005. Optymalny poziom wody gruntowej jako czynnik skutecznej ochrony zmeliorowanych ekosystemów torfowiskowych w okresach posusznych [Optimum ground water level as a factor in the effective protection of meliorated peat ecosystems in dry periods]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 5. Z. specj. (14) s. 301–313.
- SZAJDA J., OLSZTA W., GRZYWNA A. 2006. Optymalna głębokość wody gruntowej w glebach murszowatych zapewniająca duże uwilgotnienie warstwy korzeniowej łąki [The optimum ground water depth in mucky soils providing high moisture of the meadow rhizosphere]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 6. Z. 2(18) s. 359–372.
- SZAJDA J., OLSZTA W., KOWALSKI D. 2003. Optymalny poziom wody gruntowej jako czynnik zrównoważonego rozwoju zmeliorowanych użytków zielonych [Optimum groundwater table depth as a factor of sustainable development of meliorated grasslands]. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. Nr 4 s. 187–190.

- SZAJDA J., OLSZTA W., KOWALSKI D. 2004. Regulation of water relations as a factor in the sustained development of peat ecosystems under land reclamation. *Teka Commission of Protection and Formation of Natural Environment*. Vol. 1. s. 232–236.
- SZUNIEWICZ J. 1979. Charakterystyka kompleksów wilgotnościowo-glebowych pod kątem parametrów systemu melioracyjnego. W: *Kompleksy wilgotnościowo-glebowe w siedliskach hydrogenicznyczych i ich interpretacja przy projektowaniu melioracji i zagospodarowania* [Characteristics of soil-moisture complexes for the parameters of a melioration system. In: *Soil-moisture complexes in hydrogenous sites and their interpretation in melioration designing and management*]. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 58 s. 21–50.
- SZUNIEWICZ J., CHURSKA CZ., CHURSKI T. 1992. Potencjalne hydrogeniczne siedliska wilgotnościowe i ich zróżnicowanie pod względem dyspozycyjnych zasobów wody użytecznej. W: *Hydrogeniczne siedliska wilgotnościowe* [Potential hydrogenic moisture sites and their differentiation in relation on the disposable resource of usable water. In: *Hydrogenous moisture sites*]. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 79 s. 69–93.
- VISSER W.C. 1963. Soil moisture content and evapotranspiration. *International Association of Hydrological Sciences*. No. 62 s. 288–294.
- WIŚNIEWSKI A. 2006. Określenie optymalnej głębokości odwodnienia ekosystemu łąkowego na glebie murszowatej właściwej lekkiej w aspekcie zrównoważonego rozwoju [Determination of optimum drainage depth of a meadow ecosystem in a light moorsh soil in the aspect of sustainable development]. Praca dyplomowa. Maszynopis. Lublin. P. Lub. ss. 54.
- WOJNICKI G. 2005. Określenie optymalnej głębokości odwodnienia ekosystemu łąkowego w aspekcie zrównoważonego rozwoju [Determination of optimum drainage depth of a meadow ecosystem in the aspect of sustainable development]. Praca dyplomowa. Maszynopis. Lublin. P. Lub. ss. 54.
- ZAWADZKI S. 1964. Udział wód w kształtowaniu przemian gleb hydrogenicznyczych Lubelszczyzny [Role of water in transformations of hydrogenic soils in area of the province Lublin]. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 14 ss. 84.
- ZAWADZKI S. 1973. Laboratoryjne oznaczanie zdolności retencyjnych utworów glebowych [Laboratory determination of retentional properties of soils]. *Wiadomości IMUZ*. T. 11. Z. 2 s. 11–31.
- ZAWADZKI S. 1979. Zasady określania jednostek gleb mineralnych, w nawiązaniu do koncepcji kompleksów wilgotnościowo-glebowych. W: *Kompleksy wilgotnościowo-glebowe w siedliskach hydrogenicznyczych i ich interpretacja przy projektowaniu melioracji i zagospodarowania* [Principals of mineral soil units' determination in reference to concept of prognostic soil-moisture complexes. In: *Soil-moisture complexes in hydrogenous sites and their interpretation in melioration designing and management*]. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 58 s. 21–28.
- ZAWADZKI S., GUZ T. 1979. Charakterystyka rejonu kanału Wieprz–Krzna w aspekcie kompleksów wilgotnościowo-glebowych. W: *Kompleksy wilgotnościowo-glebowe w siedliskach hydrogenicznyczych i ich interpretacja przy projektowaniu melioracji i zagospodarowania* [Characteristic of the Wieprz–Krzna canal region in the aspect of soil-moisture complexes. In: *Soil-moisture complexes in hydrogenous sites and their interpretation in melioration designing and management*]. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 58 s. 75–86.
- ZAWADZKI S., OLSZTA W. 1981. Określenie polowej pojemności wodnej w profilu glebowym w oparciu o krzywe  $pF$  [Determination of field water capacity of the soil profile on the basis of  $pF$  curves]. *Wiadomości IMUZ*. T. 14. Z. 2 s. 177–186.

Jan SZAJDA, Leszek ŁABĘDZKI

**DETERMINING OPTIMUM GROUNDWATER TABLE DEPTH  
ON MELIORATED GRASSLANDS  
DEPENDING ON ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION AND SOIL TYPE**

**Key words:** *meliorated grasslands, optimum groundwater table depth, sustainable development*

**S u m m a r y**

In the paper the optimum groundwater table depth is determined for meliorated grasslands on the peat-moorsh (MtIbc, MtIIb1, MtIIIcc), mineral-moorsh (Mr42), mucky (Me33, Me21, Me11) and muckous soils (Mi33). Under conditions of optimum groundwater table depth the capillary rise from the saturated zone fully balances water uptake for evapotranspiration and ensures soil moisture corresponding to  $pF = 1.9$  in April–May,  $pF = 1.7$  in June–July and  $pF = 2.1$  in August–September. Such soil moisture provides effective soil protection from mineralization of organic mass and maximum hay yield at the economical use of water. Characteristics of optimum groundwater table depth in dependence of mean decadal actual evapotranspiration and soil type as well as the method of determining mean decadal actual evapotranspiration are useful for operation of subirrigation systems in the sites: inundated moist Zb, inundated drying up Zc, inundated dry Zd and waterlogged drying up PC. It enables dynamic determining optimum groundwater table depth variable in time, adapted to actual grassland evapotranspiration. Maintenance of optimum groundwater table depth on meliorated grassland is a prerequisite for sustainable use.

**Adres do korespondencji:** prof. dr hab. Leszek Łabędzki, Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy ITP, ul. Glinki 60, 85-174 Bydgoszcz; tel. +48 52 375-01-45, e-mail: l.labedzki@itp.edu.pl