

OPTYMALNA GŁĘBOKOŚĆ WODY GRUNTOWEJ W GLEBACH MURSZOWATYCH ZAPEWNIAJĄCA DUŻE UWILGOTNIENIE WARSTWY KORZENIOWEJ ŁĄKI

Jan SZAJDA¹⁾, Wenanty OLSZTA²⁾, Antoni GRZYWNA³⁾

¹⁾ Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

²⁾ Politechnika Lubelska

³⁾ Akademia Rolnicza w Lublinie, Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego

Słowa kluczowe: ewapotranspiracja, optymalna głębokość wody, pF warstwy korzeniowej, wilgotność gleby

Streszczenie

Na podstawie przeprowadzonych w latach 1976–1981 na Polesiu Lubelskim badań krzywych pF, pomiarów lizymetrycznych ewapotranspiracji maksymalnej łąki na glebie MtlIbb w Sosnowicy oraz poziomów wody gruntowej i wilgotności w profilach gleb murszowatych właściwych Me11 i Me33 na obiekcie Żarnica określono optymalne głębokości wody gruntowej, zapewniające wilgotność warstwy korzeniowej odpowiadającą pF = 1,9; 1,7; 2,1 w kolejnych pokosach. Wilgotności takie ograniczają mineralizację substancji organicznej i umożliwiają uzyskanie maksymalnych plonów w warunkach oszczędnego zużycia wody. Podane w pracy optymalne głębokości wody gruntowej, zapewniające wysoką wilgotność gleby, odpowiadającą wartości pF od 1,7 do 2,1, różnicują się w zależności od rodzaju gleby i wielkości ewapotranspiracji. Głębokości te mogą być wykorzystane do sterowania nawadnianiem użytków zielonych na glebach murszowatych właściwych w celu uzyskania maksymalnych plonów i jednoczesnej ochrony tych gleb przed degradacją.

WSTĘP

W okresie powojennym w Polsce duże obszary podmoklisk stałych i okresowych, stanowiących siedliska powstawania płytkich gleb hydrogenicznych [ZAWADZKI, 1964], zostały poddane zabiegom melioracyjnym, polegającym najczę-

Adres do korespondencji: doc. dr hab. J. Szajda, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, ul. Głęboka 29/2, 20-612 Lublin; tel. +48 (81) 532-92-51, e-mail: kajtek@resetnet.pl

ściej na regulacji stosunków powietrzno-wodnych za pomocą systemu rowów odwadniająco-nawadniających, oraz zagospodarowaniu pomelioracyjnemu. Na ukształtowanych w ten sposób ekosystemach łąkowych obecnie obserwuje się duże zaniedbania w zakresie eksploatacji systemu rowów odwadniająco-nawadniających. Konsekwencją tego jest ich okresowe przesuszenie oraz zmniejszenie plonów osiagające 50% w drugim pokosie i najczęściej całkowity brak plonu w pokosie trzecim [SZAJDA, 1980; SZAJDA, OLSZTA, 2000]. Skutkiem przesuszenia jest również nieodwracalna mineralizacja masy organicznej, prowadząca do przekształcania się płytkich gleb murszowych w murszowate [GAWLIK, SZAJDA, 2002] i murszaste, aż do ich całkowitej degradacji [ZAWADZKI, 1964], oraz niekorzystna, prowadząca do zwiększenia posuszności, zmiana właściwości retencyjnych i przewodzących omawianych gleb [OKRUSZKO, 1976; SZUNIEWICZ, 1975; GAWLIK, SZAJDA, 2002].

Z badań lizymetrycznych przeprowadzonych na Polesiu Lubelskim na średnio przeobrażonej glebie torfowo-murszowej MtIIbb [SZAJDA, 1997; 2000; SZAJDA, OLSZTA, 2000; 2002] wynika, że w celu zapewnienia maksymalnego plonowania użytków zielonych konieczne jest utrzymywanie tzw. optymalnej głębokości wody gruntowej, zapewniającej w warstwie korzeniowej wilgotność odpowiadającą $pF = 1,9; 1,7; 2,1$ w trzech kolejnych pokosach. Wilgotność taka ogranicza mineralizację masy organicznej oraz zapewnia uzyskanie maksymalnych plonów i oszczędne zużycie wody. Optymalna głębokość wody gruntowej różnicuje się w zależności od wielkości rozchodów na ewapotranspirację i rodzaju gleby [BRANDYK, 1990; FEDDES, 1971; ŁABĘDZKI, 1997; OLSZTA, 1980, 1981; VIESSER, 1963].

Ilość biomasy roślinnej wyprodukowanej w liściu w wyniku reakcji fotosyntezy, zachodzącej na ogół w warunkach pełnej dostępności energii słonecznej i dwutlenku węgla, zależy tylko od dostatku wody [KOWALIK, 1976]. Stąd celem pracy jest określenie optymalnej głębokości wody gruntowej w glebach murszowatych właściwych Me11 i Me33 [OKRUSZKO, 1976, 1988], zapewniającej wilgotność warstwy korzeniowej $pF = 1,9; 1,7; 2,1$ w kolejnych trzech pokosach, przydatnej do sterowania nawadnianiem użytków zielonych na takich glebach w celu uzyskania maksymalnych plonów i ochrony tych gleb przed degradacją.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania prowadzono na Polesiu Lubelskim w latach 1976–1981. Obejmowały one wyznaczenie krzywych pF i jednoczesne pomiary lizymetryczne maksymalnej ewapotranspiracji łąki na glebie MtIIbb w Sosnowicy [SZAJDA, 1997], a także pomiary poziomu wody gruntowej i wilgotności w profilach gleb Me11 i Me33 na obiekcie Żarnica, w odległości 35 km od Sosnowicy [SZAJDA, 1980].

Rozpoznanie i charakterystyki gleb dokonano zgodnie z zasadami opracowanymi przez OKRUSZKĘ [1976, 1988], właściwości fizyczne określono metodami

ogólnie stosowanymi w IMUZ [GAWLIK, 1992], a charakterystyki wodne – na podstawie krzywych pF wg ZAWADZKIEGO [1973].

Badania dynamiki zmian głębokości poziomu wody gruntowej i wilgotności gleb prowadzono w okresie wegetacyjnym (IV–X), po jednym pomiarze w dekadzie, w studzienkach kontrolnych, zainstalowanych w środku rozstawy rowów. W dniach pomiaru mierzono odległość lustra wody od powierzchni terenu.

Wilgotność gleb oznaczano metodą suszarkowo-wagową w próbkach utworów glebowych o objętości 50 cm³, pobieranych z zachowaniem nienaruszonej struktury. Próbki pobierano z głębokości: 5–10, 15–20, 25–30, 35–40, 55–60, 75–80, 95–100 cm, licząc od powierzchni terenu do poziomu wody gruntowej, z każdej warstwy w 4 powtórzeniach. Wilgotność gleby określano w procentach objętościowych. Wilgotności te, oznaczone w warunkach zrównoważonego bilansu wodnego, wyrażano w wartościach pF, wykorzystując do tego celu właściwe dla poszczególnych warstw krzywe pF. Wilgotność badanych gleb w % obj. i w wartościach pF dla warstwy korzeniowej (0–30 cm) obliczano jako wartości średnie ważone, uwzględniając miąższość wyodrębnionych w tej warstwie poziomów morfologicznych.

Do określenia polowej pojemności wodnej w warstwie korzeniowej, przy założonej głębokości wody gruntowej, wykorzystano ciśnieniowy równoważnik potencjału wody glebowej w warstwach 0–10, 10–20, 20–30 cm, wyrażony wysokością słupa wody i wartością pF [ZAWADZKI, OLSZTA, 1979]. Polową pojemność wodną w warstwie korzeniowej określono średnią ważoną wartością pF. Opady scharakteryzowano na podstawie notowań należącej do IMGW stacji meteorologicznej w Przegalinach.

Ewapotranspirację rzeczywistą łąki w okresach dekadowych obliczano z równania:

$$ET = k_s ET_{\max} \quad (1)$$

gdzie:

- ET – średnia dekadowa wartość ewapotranspiracji rzeczywistej, mm·d⁻¹;
- k_s – dekadowy współczynnik glebowo-wodny [SZAJDA, 1997];
- ET_{\max} – średnia dekadowa wartość ewapotranspiracji maksymalnej, zmierzona w lizymetrach w Sosnowicy [SZAJDA, 1997], mm·d⁻¹.

Ewapotranspiracja maksymalna zmierzona w lizymetrach w Sosnowicy odnosi się do warunków, w których czynnik wodny nie ogranicza jej wielkości. Nie zależy ona zatem od rodzaju gleby lecz jedynie od czynników klimatycznych i roślinnych [SZAJDA, 1997], zbliżonych w warunkach Sosnowicy i na obiekcie Żarnica [SZAJDA, 1980].

Z analizy dekadowych wartości elementów bilansu wodnego gleby MtlIbb w latach 1977–1994 [SZAJDA, 1997; SZAJDA, OLSZTA, 2002] wynika, że warunki

zrównoważonego bilansu wodnego występują w dekadach bez opadów, w których nie zachodzi odpływ gruntowy, wilgotność warstwy korzeniowej jest stała, a podsiąk kapilarny z poziomu wody gruntowej w całości równoważy rozchody na ewapotranspirację [KOWALIK, ZARADNY, 1978]. Z materiału empirycznego zebranego w latach 1976–1981 do dalszej analizy wybrano pomiary wykonane w takich okresach.

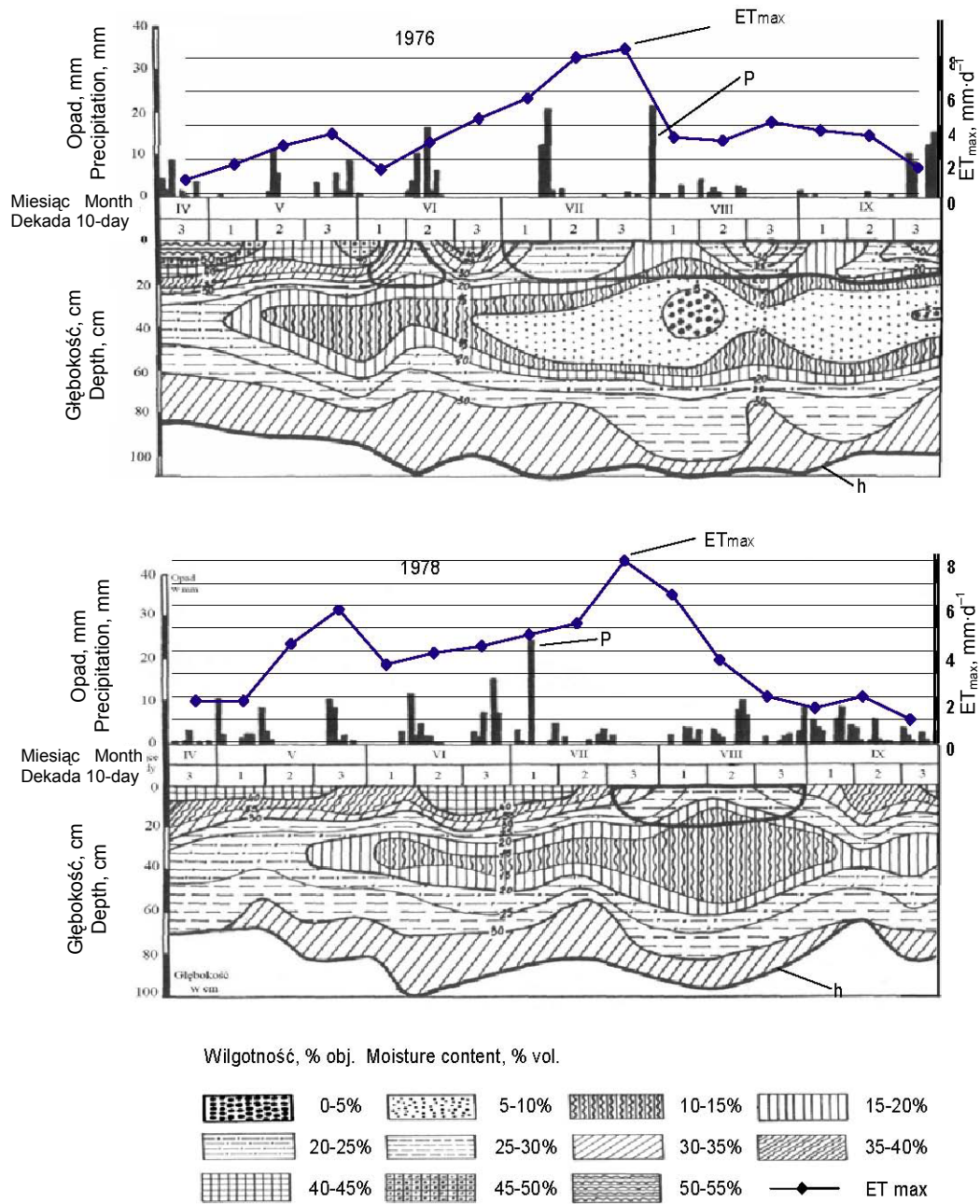
WYNIKI I DYSKUSJA

CHARAKTERYSTYKA GLEB

Charakterystykę badanych gleb pod względem miąższości i rodzaju budujących je utworów [OKRUSZKO, 1976; 1988] oraz ich właściwości fizyczno-wodne podano w innej pracy [SZAJDA, 1980]. Profil gleby Me11 w warstwie 0–18 cm tworzy utwór zawierający 12,6% substancji organicznej, określony jako murszowaty właściwy (Me). Głębiej (w warstwach diagnostycznych do 50 cm oraz 50–100 cm) zalega piasek luźny, zaliczany wg cytowanych zasad do utworów bardzo lekkich, oznaczanych symbolem (1). Glebę tę można określić jako murszowatą właściwą, bardzo lekką, o jednolitej budowie profilu i zaliczyć do prognostycznego kompleksu wilgotnościowo-glebowego D (suchego). Profil gleby Me33 w warstwie 0–14 cm tworzy utwór murszowaty właściwy (Me), zawierający 10,3% substancji organicznej. Głębiej, w warstwie 14–42 cm, zalega glina lekka, a w warstwie od 42 do 130 cm – pył zwykły. Utwory te, zgodnie z cytowanymi zasadami, określa się jako średnie i oznacza symbolem (3). Badaną glebę można zatem określić jako murszowatą właściwą średnią, o warstwowanej budowie profilu i zaliczyć do prognostycznego kompleksu wilgotnościowo-glebowego BC (okresowo posusznego) [OKRUSZKO, 1976, 1988].

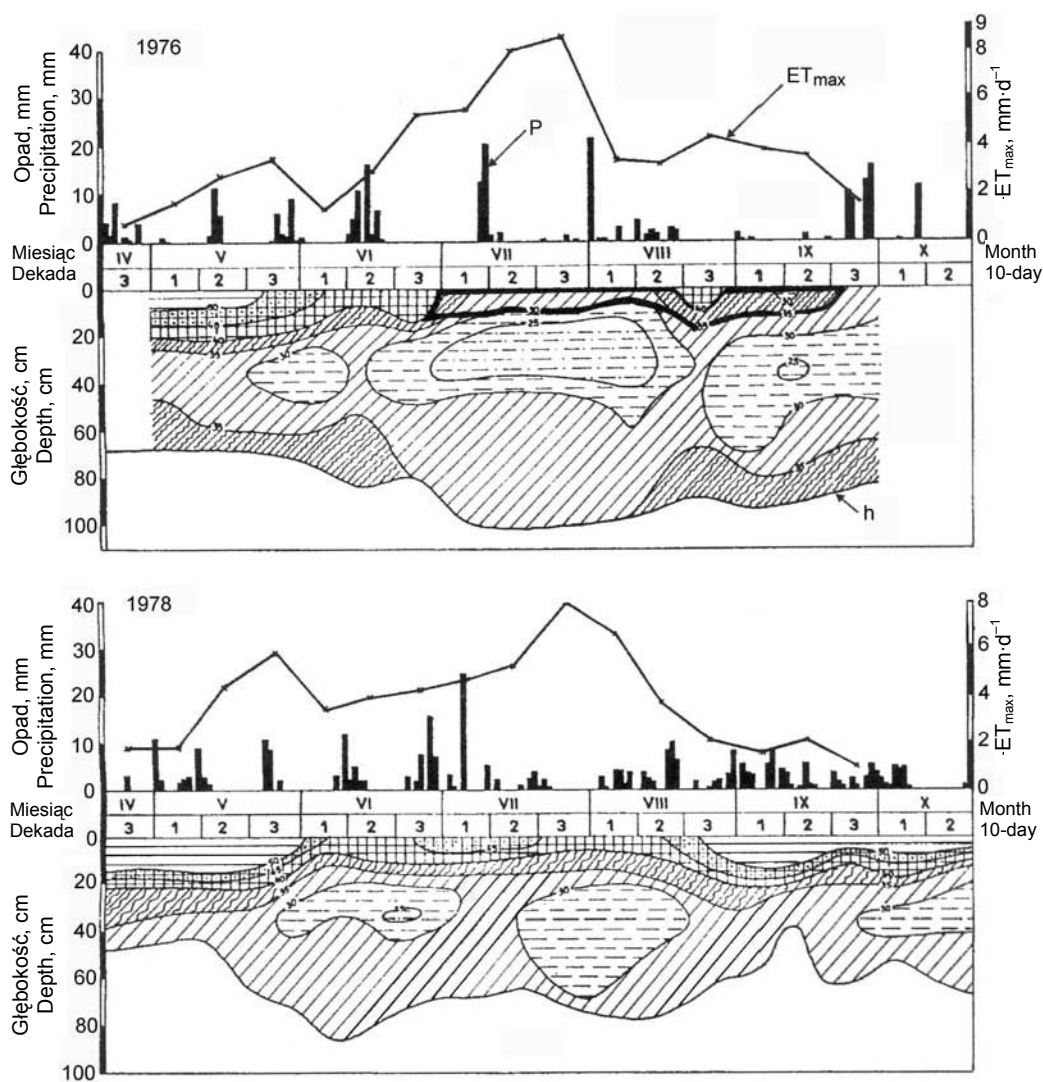
DYNAMIKA UWILGOTNIENIA GLEB W ZALEŻNOŚCI OD CZASU I WIELKOŚCI EWAPOTRANSPIRACJI

Dynamikę zmian wielkości ewapotranspiracji, opadów, wilgotności badanych gleb oraz głębokości poziomu wody gruntowej w zależności od czasu charakteryzują dane liczbowe (rys. 1 i 2), przedstawione przykładowo dla roku suchego (1976) i przeciętnego (1978) [SZAJDA, 1997]. Charakterystykę wilgotności badanych gleb w % objętości przedstawiono za pomocą chronoizoplei, czyli linii łączących punkty o jednakowej jej wielkości [ZAWADZKI, 1964]. Charakterystyka ta, przedstawiona na tle opadów i ewapotranspiracji, stanowi graficzną ilustrację efektywności podsiąku kapilarnego. Wynika z niej, że na glebie Me11 (rys. 1) w okresach bez opadów o dużej ewapotranspiracji, jak na przełomie maja i czerwca, czerwca i lipca, sierpnia i września w 1976 r. oraz na przełomie maja i czerwca, lipca i sierpnia w 1978 r. podsiąk kapilarny z poziomu wody gruntowej zapewnia



Rys. 1. Dynamika ewapotranspiracji maksymalnej ET_{max} , opadów P , głębokości wody gruntowej h i wilgotności gleby Me11 (w % obj.) w roku suchym (1976) i przeciętnym (1978)

Fig. 1. Dynamics of the maximum evapotranspiration ET_{max} , precipitation P , ground water levels h and moisture (in % vol.) of Me11 soil in a dry year (1976) and in an average year (1978)



Rys. 2. Dynamika ewapotranspiracji maksymalnej ET_{max} , opadów P , głębokości wody gruntowej h i wilgotności gleby Me33 (w % obj.) w roku suchym (1976) i przeciętnym (1978); oznaczenia jak na rysunku 1

Fig. 2. Dynamics of the maximum evapotranspiration ET_{max} , precipitation P , ground water levels h and moisture (in % vol.) of Me33 soil in a dry year (1976) and in an average year (1978); explanations as in Fig. 1

na ogół podobny rozkład wilgotności w warstwie korzeniowej. Reprezentatywna dla takich okresów średnia wilgotność warstwy korzeniowej omawianej gleby, określona na podstawie pomiarów wykonanych 17 maja, 11 czerwca, 7 lipca, 27 lipca i 1 września 1976 r. odpowiadała wartości pF: 2,2; 3,4; 3,3; 3,8; 3,8. Wilgot-

ność ta, określona na podstawie pomiarów wykonanych 19 maja, 8 czerwca, 27 lipca 1978 r. odpowiadała pF: 2,4; 2,6; 2,8. Różnicowała się ona w zależności od poziomu wody gruntowej i wielkości ewapotranspiracji.

Na glebie Me33 (rys. 2), w analogicznych jak na glebie Me11 okresach, średnia wilgotność warstwy korzeniowej w 1976 r. odpowiadała wartości pF: 1,5; 2,3; 3,2; 3,3; 2,7, a w 1978 r. – odpowiednio 1,2; 2,6; 2,5. Różnicowała się ona w zależności od poziomu wody gruntowej i wielkości ewapotranspiracji.

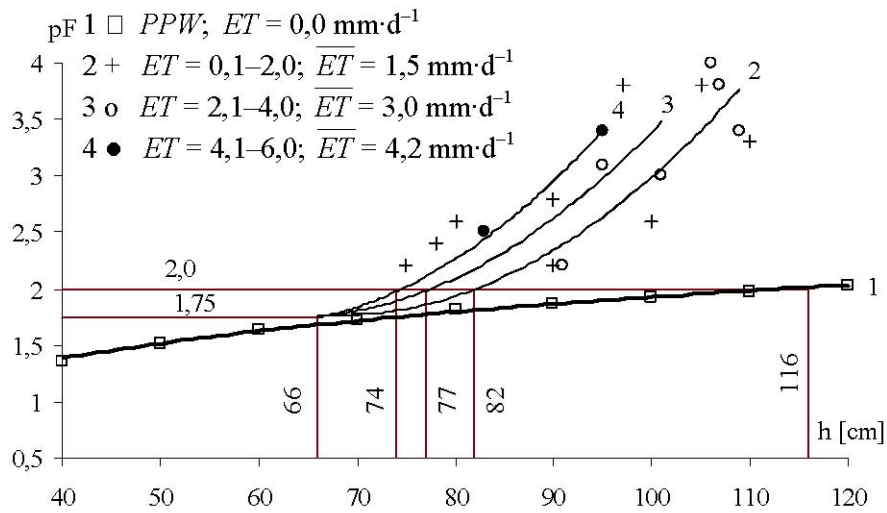
Wilgotność gleby Me33 w okresach bez opadów i o nasilonej ewapotranspiracji była większa (mniejsze pF) niż wilgotność gleby Me11. Przyczyną tego są lepsze właściwości retencyjne i przewodzące gleby Me33 wytworzonej z gliny lekkiej i pyłu, spowodowane większą objętością mezoporów [ZAWADZKI, 1973].

Wilgotność warstwy korzeniowej omawianych gleb malała wraz z głębokością poziomu wody gruntowej i wielkością ewapotranspiracji. W okresach braku lub niedoboru opadów i nasilonej ewapotranspiracji zmniejszała się poniżej wartości krytycznych (pF > 2,7). Zaznaczono to obwódką na rysunkach 1. i 2. Wynika stąd, że intensywność podsiąku w takich okresach nie równoważy zapotrzebowania na wodę roślin i następuje zmniejszenie wilgotności warstwy korzeniowej oraz ograniczenie wielkości ewapotranspiracji i plonów [SZAJDA, 1997; SZAJDA, OLSZTA, 2000]. Przyczyną tego stanu jest zbyt głębokie odwodnienie i mała skuteczność podsiąku (rys. 1 i 2).

W każdej z badanych gleb istnieje więc optymalna głębokość wody gruntowej, w warunkach której w okresach suszy rozchody wilgoci na ewapotranspirację są w całości równoważone przez podsiąk kapilarny. Wilgotność gleby przyjmuje wówczas wartość stałą, która zależy od poziomu wody gruntowej, rodzaju gleby i wielkości ewapotranspiracji [OLSZTA, 1981; SZAJDA, OLSZTA, 2002; SZAJDA, OLSZTA, KOWALSKI, 2003a,b; 2004].

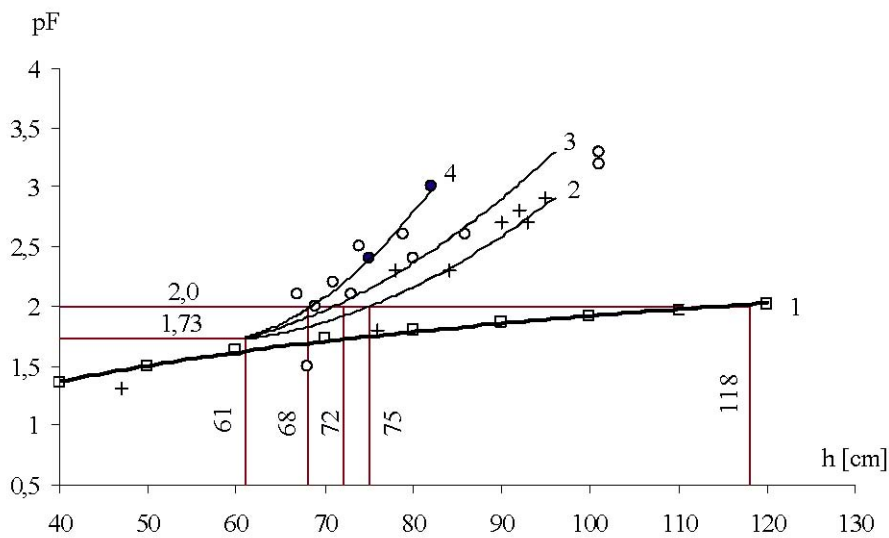
ZALEŻNOŚĆ pF BADANYCH GLEB W WARSTWIE KORZENIOWEJ OD GŁĘBOKOŚCI WODY GRUNTOWEJ, W WARUNKACH RÓŻNEJ WIELKOŚCI EWAPOTRANSPIRACJI

W celu wyznaczenia zależności pF badanych gleb w warstwie korzeniowej od głębokości wody gruntowej w warunkach różnej wielkości ewapotranspiracji wilgotność gleby w % objętości, oznaczoną w warunkach zrównoważonego bilansu wodnego, wyrażono w wartościach pF, wykorzystując właściwe dla poszczególnych warstw krzywe pF. Wartości pF oraz odpowiadające im głębokości wody gruntowej w przedziałach ET od 0,1 do 2,0, od 2,1 do 4,0 i od 4,1 do 6,0 $\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ naniesiono na układ współrzędnych odrębnie dla gleby Me11 (rys. 3) i dla gleby Me33 (rys. 4) oraz wyrównano graficznie. Uzyskano w ten sposób krzywe obrazujące zależność wielkości pF warstwy korzeniowej od głębokości wody gruntowej dla czterech średnich wartości ET .



Rys. 3. Zależność pF warstwy korzeniowej gleby Me11 użytkowanej jako łąka od poziomu wody gruntowej h w warunkach różnej wielkości ewapotranspiracji rzeczywistej ET

Fig. 3. The relationship between pF of the rhizosphere of Me11 soil used as meadow and ground water depths h at various actual evapotranspiration levels ET



Rys. 4. Zależność pF warstwy korzeniowej gleby Me33 użytkowanej jako łąka od poziomu wody gruntowej h w warunkach różnej wielkości ewapotranspiracji rzeczywistej ET , objaśnienia jak na rysunku 3

Fig. 4. The relationship between pF of the rhizosphere of Me 33 soil used as meadow and ground water depths h at various actual evapotranspiration levels ET , explanations as in Fig. 3

Z zależności tych wynika, że głębokość wody gruntowej, zapewniająca utrzymanie w warstwie korzeniowej gleby Me11 (rys. 3) wilgotności odpowiadającej pF 2,0 zależy od wielkości rozchodów na ewapotranspirację i wynosi: dla $ET = 0,0 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ – 116 cm (krzywa 1), dla $ET = 1,5 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ – 82 cm (krzywa 2), dla $ET = 3,0 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ – 77 cm (krzywa 3), dla $ET = 4,2 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ – 74 cm (krzywa 4). Należy jednak podkreślić, że istnieje tzw. optymalny poziom wody gruntowej (w tym przypadku $h = 66 \text{ cm}$), w warunkach którego, niezależnie od wielkości rozchodów na ewapotranspirację, wilgotność warstwy korzeniowej przyjmuje wartość odpowiadającą pF 1,75.

W przypadku gleby Me33 (rys. 4) głębokość wody gruntowej h zapewniająca wilgotność korzeniowej warstwy profilu glebowego odpowiadającą pF 2,0 wynosi: 118 cm dla $ET = 0,0 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ (krzywa 1), 75 cm dla $ET = 1,5 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ (krzywa 2), 72 cm dla $ET = 3,0 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ (krzywa 3), 68 cm dla $ET = 4,2 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ (krzywa 4). Optymalny poziom wody gruntowej, w warunkach którego wilgotność warstwy korzeniowej gleby przyjmuje wartości odpowiadające pF 1,73, niezależnie od wielkości rozchodów na ewapotranspirację, wynosi $h = 61 \text{ cm}$.

Należy podkreślić, że podobny układ przebiegu krzywych wysychania górnej warstwy gleby (głównie na podstawie badań modelowych) podają inni autorzy [BRANDYK, 1990; FEDDES, 1971; ŁABĘDZKI, 1997; OLSZTA, 1980, 1981; SZAJDA, OLSZTA, 2002; VISSER, 1963]. Zestawione na rysunkach 3. i 4. dane uzyskano w wyniku wieloletnich pomiarów polowych w różnych warunkach meteorologicznych (wiosna, lato, jesień).

Głębokości wody gruntowej, zapewniające w warstwie korzeniowej wilgotność odpowiadającą pF 1,7–2,0 w glebie Me33 są mniejsze niż w glebie Me11. Zróżnicowanie to potwierdza zmniejszanie się wysokości podsiąku kapilarnego w profilach gleb zbudowanych z utworów niejednorodnych (gleba Me33) w stosunku do profili jednorodnych (gleba Me11), wykazane w badaniach SZUNIEWICZA [1975] i OKRUSZKI [1976, 1988]. Również OSTROMĘCKI [1960] stwierdza, że przepuszczalność gleb zbudowanych warstwowo jest znacznie ograniczona.

Wynika stąd, że uwilgotnienie strefy korzeniowej jest funkcją głębokości wody gruntowej, wielkości rozchodów na ewapotranspirację oraz rodzaju gleby, co potwierdza wyniki badań modelowych [BRANDYK, 1990; FEDDES, 1971; ŁABĘDZKI, 1997; OLSZTA, 1980, 1981; VISSER, 1963].

Należy podkreślić, że z praktycznego punktu widzenia wykonanie pomiaru głębokości zwierciadła wody gruntowej jest bardzo łatwe, jednak operowanie głębokością wody gruntowej jako wskaźnikiem stanu uwilgotnienia gleby w okresach suszy jest bardzo ogólne. Można go wiązać z tzw. optymalną głębokością wody gruntowej, w warunkach której podsiąk kapilarny z poziomu wody w całości pokrywa rozchody wilgoci na ewapotranspirację [BRANDYK, 1990; OLSZTA, 1980; 1981; SZAJDA, OLSZTA, 2002]. Czynniki determinującymi optymalną głębokość wody gruntowej są: zapotrzebowanie roślin na wodę, charakterystyka retencyjna gleby, ewapotranspiracja, rozmieszczenie korzeni rośliny [FEDDES, 1971].

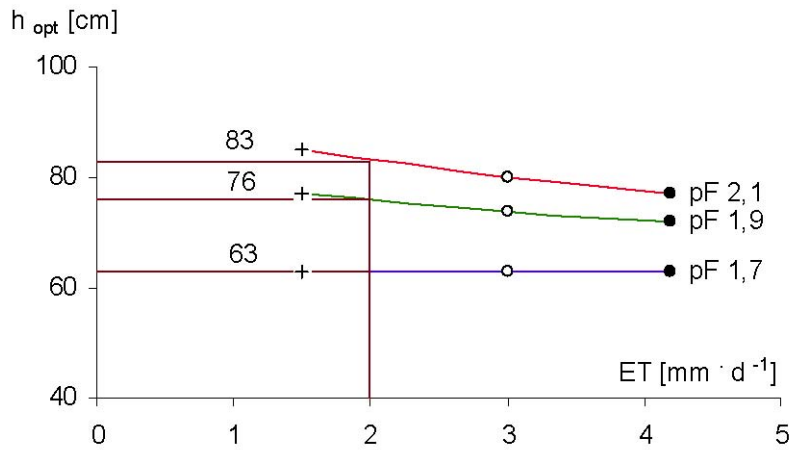
Obniżanie się zwierciadła wody gruntowej poniżej głębokości optymalnej, zachodzące przede wszystkim w czasie susz, powoduje zmniejszenie intensywności podsiąku. Gleba stopniowo przesyca, począwszy od połowej pojemności wodnej, przez wilgotność krytyczną dla traw (pF 2,7), aż do wilgotności wędnięcia odpowiadającej pF 4,2, a zawarta w niej masa organiczna ulega intensywnym, niekorzystnym przemianom. Intensywność wysychania gleby zależy od czasu i wielkości rozchodów wody na transpirację [VIESSER, 1963] oraz głębokości wody gruntowej [OLSZTA, 1980; SZAJDA, OLSZTA, 2002].

ZALEŻNOŚĆ OPTIMALNEJ GŁĘBOKOŚCI WODY GRUNTOWEJ W BADANYCH GLEBACH OD EWAPOTRANSPIRACJI

Wyniki badań przedstawione na rysunkach 3. i 4. wykorzystano do określenia zależności między tzw. optymalną głębokością wody gruntowej h_{opt} , a uzyskaną z pomiarów połowych wilgotnością warstwy korzeniowej użytków zielonych charakterystyczną dla I, II i III pokosu w warunkach zrównoważonego bilansu wodnego. Średnia wilgotność warstwy korzeniowej w warunkach zrównoważonego bilansu wodnego dla pokosu drugiego odpowiada pF 1,7, dla pokosu pierwszego – pF 1,9, a dla pokosu trzeciego – pF 2,1. Wilgotności te skutecznie chronią omawiane gleby przed niekorzystnymi przemianami po odwodnieniu [SZAJDA, OLSZTA, KOWALSKI, 2004] oraz powodują maksymalizację plonów bez nadmiarowego zużycia wody na ewapotranspirację [SZAJDA, 1997, 2000; SZAJDA, OLSZTA, 2000, 2002]. Z krzywych $pF = f(h)$ w warunkach różnych wielkości ET (rys. 3 i 4) odczytano głębokości wody gruntowej dla założonych wartości pF (1,7; 1,9; 2,1). Dane te naniesiono na układ współrzędnych i wyrównano graficznie. Z uzyskanych zależności (rys. 5 i 6) wynika, że optymalna głębokość wody gruntowej badanych gleb różnicuje się w zależności od wartości ET i rodzaju gleby. Na przykład w warunkach średniej wartości ET wynoszącej $2 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ głębokość ta wynosi odpowiednio: 76, 63 i 83 cm dla kolejnych pokosów na glebie Me11 (rys. 5) oraz 71, 56 i 77 cm na glebie Me33 (rys. 6). W warunkach średniej $ET = 4 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$, optymalna głębokość wody wynosi odpowiednio: 72, 63 i 77 cm dla kolejnych pokosów – na glebie Me11 oraz 66, 56 i 72 cm na glebie Me33.

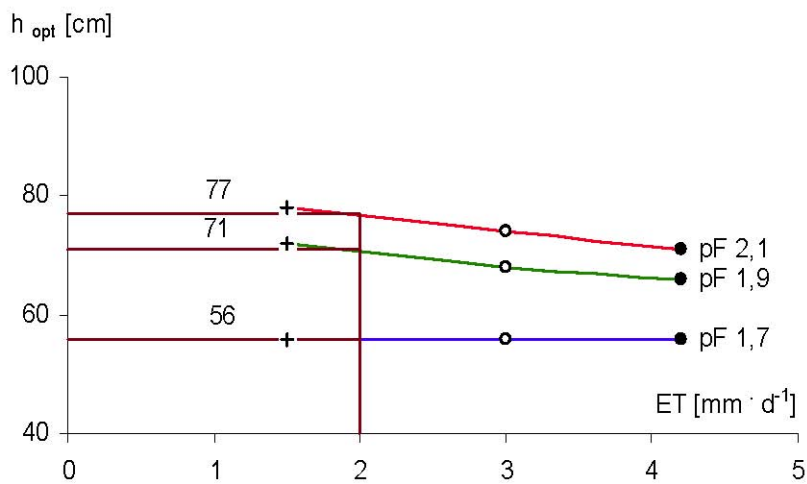
Zależność optymalnej głębokości wody gruntowej, zapewniającej w omawianych glebach wilgotność warstwy korzeniowej odpowiadającą pF 1,7; 1,9; 2,1, od rodzaju gleby i wielkości ET , potwierdzają wyniki badań modelowych [BRANDYK, 1990; FEDDES, 1971; ŁABĘDZKI, 1997; OLSZTA, 1980, 1981; VIESSER, 1963] i połowych [SZAJDA, OLSZTA, KOWALSKI, 2003a,b; 2004].

Podstawowym kryterium określenia optymalnej głębokości wody gruntowej (rys. 5 i 6) była maksymalna wielkość plonów roślin łąkowych w pierwszym (pF 1,9), drugim (pF 1,7) i trzecim (pF 2,1) pokosie [SZAJDA, 1997]. Głębokości optymalne, określone w warunkach pF 2,0 są zbliżone do wartości z_{max} podanych przez



Rys. 5. Zależność optymalnej głębokości wody gruntowej h_{opt} zapewniającej wilgotność warstwy korzeniowej gleby Me11 odpowiadającą pF 1,7; 1,9; 2,1 od ewapotranspiracji rzeczywistej łąki ET

Fig. 5. The relationship between the optimum ground water depth h_{opt} providing rhizosphere moisture in Me11 soil respective to pF of 1.7, 1.9, 2.1 and actual evapotranspiration ET of the meadow



Rys. 6. Zależność optymalnej głębokości wody gruntowej h_{opt} zapewniającej wilgotność warstwy korzeniowej gleby Me33 odpowiadającą pF 1,7; 1,9; 2,1 od ewapotranspiracji rzeczywistej łąki ET

Fig. 6. The relationship between the optimum ground water depth h_{opt} providing rhizosphere moisture in Me33 soil respective to pF of 1.7, 1.9, 2.1 and actual evapotranspiration ET of the meadow

ŁABĘDZKIEGO [1997] dla gleb o dobrych zdolnościach przewodzących. Są one natomiast większe od wartości h_{opt} , zapewniających w warstwie korzeniowej 10% obj. powietrza, określonych dla kompleksów BC (gleba Me33) i D (gleba Me11) przez SZUNIEWICZA, CHURSKIEGO i CHURSKĄ [1992] z pominięciem kryterium plonów, a także zalecanych do stosowania przez JURCZUKA [2004].

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych w latach 1976–1981 na Polesiu Lubelskim badań krzywych pF, pomiarów lizymetrycznych ewapotranspiracji maksymalnej łąki na glebie MtIIbb w Sosnowicy oraz pomiarów głębokości zwierciadła wody gruntowej i wilgotności w profilach gleb murszowatych właściwych Me11 i Me33 na obiekcie Żarnica, określono optymalne głębokości wody gruntowej, zapewniające wilgotność warstwy korzeniowej odpowiadającą pF = 1,9, 1,7 i 2,1 w trzech kolejnych pokosach, ograniczającą mineralizację substancji organicznej i umożliwiającą uzyskanie maksymalnych plonów przy oszczędnym zużyciu wody. Podane w pracy optymalne głębokości wody gruntowej, zapewniające wysoką wilgotność gleby, odpowiadającą wartości pF 1,7–2,1, różnicują się w zależności od rodzaju gleby i wielkości ewapotranspiracji. Głębokości te mogą być wykorzystane do sterowania nawadnianiem użytków zielonych na glebach murszowatych właściwych w celu uzyskania maksymalnych plonów i jednoczesnej ochrony tych gleb przed degradacją.

LITERATURA

- BRANDYK T., 1990. Podstawy regulowania uwilgotnienia gleb dolinowych. Rozpr. Habil. Warszawa: Wydaw. SGGW-AR ss. 120.
- FEDDES R. A., 1971. Water, heat and crop growth. Wageningen: H. Veenmon, N. V. Zonen, Rozpr. Habil.
- GAWLIK J., 1992. Wpływ stopnia rozkładu torfu i stanu jego zagęszczenia na właściwości wodno-retencyjne utworów torfowych. Rozpr. Habil. 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 Agroph. nr 67 s. 67–76.
- JURCZUK S., 2004. Warunki wodne ograniczające straty masy organicznej na łąkach o glebach murszowatych. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 4 z. 2a(11) s. 379–394.
- KOWALIK P., 1976. Podstawy teoretyczne agrohydrologii Żuław. Acta Tech. Gedan. nr 11 ss. 94.
- 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. J. Hydrol. Sci.
- ŁABĘDZKI L., 1997. Podstawy nawodnień – uwarunkowania przyrodnicze i rolnicze. Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 147.
- OKRUSZKO H., 1976. Zasady rozpoznawania i podziału gleb hydrogenicznych z punktu widzenia potrzeb melioracji. W: Materiały pomocnicze do badań gleboznawczych przy projektowaniu melioracji. Bibl. Wiad. IMUZ 52 s. 7–54.

- OKRUSZKO H., 1988. Zasady podziału gleb hydrogenicznych na rodzaje oraz łączenia rodzajów w kompleksy. *Rocz. Gleb.* t. 39 nr 1 s. 127–152.
- OLSZTA W., 1980. Badania nad wpływem zwierciadła wody gruntowej i transpiracji na układ wilgotności w profilu gleby torfowo-murszowej metodą modelowania symulacyjnego. *Rocz. Gleb.* t. 31 nr 3/4.
- OLSZTA W., 1981. Badania dynamiki uwilgotnienia gleb, wzrostu traw i prognozowania nawodnień metodą modelowania matematycznego. *Rozpr. Habil. Falenty: IMUZ* ss. 155.
- OSTROMĘCKI J., 1960. Wstęp do melioracji. *Bibl. Wiad. IMUZ* nr 8 ss. 311.
- SZAJDA J., 1980. Opracowanie metody prognozowania nawodnień w warunkach płytkiego zalegania poziomu wody gruntowej. *Sprawozdanie końcowe z tematu PR7.06.02.02.06. Falenty: IMUZ maszyn.* ss. 111.
- SZAJDA J., 1997. Roślinne i glebowo-wodne wskaźniki ewapotranspiracji łąki na glebie torfowo-murszowej. *Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ* ss. 62.
- SZAJDA J., 2000. Wpływ głębokości odwodnienia gleby torfowo-murszowej na plonowanie i ewapotranspirację łąki. W: *Renaturyzacja obiektów przyrodniczych-aspekty ekologiczne i gospodarcze. Pr. zbior. red. Z. Michalczyk. Lublin: Wydaw. UMCS* s. 207–214.
- 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 Agroph.* nr 35 s. 183–190.
- SZAJDA J., OLSZTA W., 2002. Wykorzystanie poziomu wody gruntowej jako wskaźnika uwilgotnienia gleby torfowo-murszowej w warunkach różnej ewapotranspiracji. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 2 z. 2(5) s. 33–45.
- SZAJDA J., OLSZTA W., KOWALSKI D., 2003a. Klimatyczne i glebowo-wodne wskaźniki środowiska odwodnionych ekosystemów torfowiskowych w aspekcie zrównoważonego rozwoju. *Acta Agroph.* nr 89 vol. 1(4) s. 759–766.
- SZAJDA J., OLSZTA W., KOWALSKI D., 2003b. Optymalny poziom wody gruntowej jako czynnik zrównoważonego rozwoju zmeliorowanych użytków zielonych. *Wiad. Melior.* 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. W: *Teka comission of protection and formation of natural environment. Lublin: Polish Academy of Sciences Branch Vol. 1* s. 232–236.
- SZUNIEWICZ J., 1975. Wysokość kapilarnego podnoszenia się wody w glebach hydrogenicznych. *RNR, ser. F* 79 z. 1 s. 41–56.
- SZUNIEWICZ J., CHURSKA CZ., CHURSKI T., 1992. Potencjalne hydrogeniczne siedliska wilgotnościowe i ich zróżnicowanie pod względem dyspozycyjnych zapasów wody użytecznej. *Bibl. Wiad. IMUZ* nr 79 s. 69–93.
- VIESSER W.C., 1963. Soil moisture content and evapotranspiration. *JCW Tech. Bull.* no 31.
- ZAWADZKI S., 1964. Udział wód w kształtowaniu przemian gleb hydrogenicznych Lubelszczyzny. *Bibl. Wiad. IMUZ* nr 14 ss. 124.
- ZAWADZKI S., 1973. Laboratoryjne oznaczanie zdolności retencyjnych utworów glebowych. *Wiad. IMUZ* t. 11 z. 2 s. 11–31.
- ZAWADZKI S., GUZ T., 1979. Charakterystyka rejonu Kanału Wieprz-Krzna w aspekcie kompleksów wilgotnościowo-glebowych. *Bibl. Wiad. IMUZ* 58 s. 75–86.
- ZAWADZKI S., OLSZTA W., 1979. Określenie polowej pojemności wodnej w profilu glebowym w oparciu o krzywe pF. *Wiad. IMUZ* t. 14 z. 2.

Jan SZAJDA, Wenanty OLSZTA, Antoni GRZYWNA

**THE OPTIMUM GROUND WATER DEPTH
IN MUCKY SOILS PROVIDING HIGH MOISTURE OF THE MEADOW RHISOSPHERE**

Key words: evapotranspiration, optimum water depth, pF of the rhizosphere, soil moisture

S u m m a r y

Studies were carried out in Lublin Polesie in the years 1976–1981. Based on pF graphs, lysimetric measurements of the maximum meadow evapotranspiration in soil MtIbb in Sosnowica and groundwater and moisture levels in the proper mucky soil profiles Me11 and Me33 in Żarnica, the optimum ground water level was determined that would provide rhizosphere moisture respective to pF = 1.9; 1.7; 2.1 in three consecutive swaths.

Such moisture levels limit the mineralization of organic substances and allow to obtain maximum yields with economic amounts of water. The optimum ground water depths given in the present study which provide soil moisture respective to pF from 1.7 to 2.1, differed with respect to soil type and evapotranspiration. These depths can be used to control watering of grasslands on the proper mucky soils to ensure maximum yields and to protect these soils against degradation.

Recenzenci:

doc. dr hab. Leszek Łabędzki

prof. dr hab. Krzysztof Nyc

Praca wpłynęła do Redakcji 12.10.2005 r.