

Dr hab. SERGIUSZ JURCZUK, prof. ndzw.
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach

Nawodnienia podsiąkowe jako podstawa ochrony rolniczo użytkowanych torfowisk na przykładzie obiektu melioracyjnego Góra w dolinie Narwi

Słowa kluczowe: rolnicze użytkowanie torfowisk, osiadanie torfowiska, mineralizacja torfu, nawodnienia podsiąkowe

Wstęp

Obecnie powszechne jest dążenie do ochrony torfowisk. Postuluje się: zaniechanie ich melioracji, renaturalizację torfowisk odwodnionych, zaniechanie produkcji torfu na cele ogrodnicze. Na torfowiskach tworzy się parki narodowe i krajobrazowe, obszary Natura 2000, obszary chronionego krajobrazu, rezerваты itp. W Polsce około jedna czwarta użytków zielonych położona jest na glebach torfowych. W niektórych rejonach kraju, o słabej jakości gruntów ornych, użytki zielone na glebach organicznych są podstawą funkcjonowania gospodarstw rolnych. W związku z tym istnieje potrzeba poszukiwania sposobów pogodzenia rolniczego użytkowania torfowisk z ich jednoczesną ochroną. Uważa się, że przez stosowanie systemów regulowania stanu wody gruntowej można ograniczyć mineralizację masy organicznej i zanikanie torfowisk. Przy ustalaniu zasad meliorowania i zagospodarowania torfowisk, już w okresie przedwojennym uwzględniono problemy związane z okresowym przesychnianiem gleb i nabieraniem właściwości hydrofobowych, powodujące obniżenie zdolności produkcyjnych. Powstała wtedy, realizowana przez wiele lat, koncepcja stosowania niegłębokiego odwodnienia i wprowadzenia na torfowiskach systemów odwadniająco-nawadniających z ewentualnym doprowadzeniem wody spoza terenów meliorowanych. Realizacja tej koncepcji nasiliła się w latach 1956-1980, jednakże objęła ona tylko część meliorowanych gleb organicznych, a także była nastawiona głównie na intensyfikację produkcji rolnej. W następnych latach, w wyniku zaniechania prac melioracyjnych i konserwacji urządzeń, większość urządzeń melioracyjnych uległa zużyciu. Na większości obiektów zaniechano nawodnień, a to wywoływało znaczne opadanie poziomu wody gruntowej w okresie letnim. Na części łąk zaprzestano ich użytkowania. Skutkowało to opanowaniem terenu przez niewielką liczbę, lecz ekspansywnych gatunków roślin, eliminujących inne pożądane gatunki. Rozrzedzenie pokrywy roślinnej wywoływało degradację gleby, pojawienie się erozji i zwiększone wymywanie składników do wody gruntowej. Dalszym następstwem wyłączenia gleb organicznych z rolniczego użytkowania był wzrost krzewów i drzew.

Obecnie systemy melioracyjne wymagają modernizacji, przy której konieczne jest uwzględnienie postulatów ochrony przyrody. W artykule rozpatruje się możliwości pogodzenia wymagań ochrony i rolniczego użytkowania gleb torfowo-murszowych. Celem badań jest wykazanie, przez pomiary w warunkach produkcyjnych, przy jakim podwyższonym poziomie wody gruntowej możliwe jest powstrzymanie lub ograniczenie osiadania i mineralizacji materii organicznej torfu, a także zapobieżenie degradacji gleby i czy w tych warunkach możliwe jest prowadzenie gospodarki łąkowo-pastwiskowej.

Badania prowadzono na obiekcie melioracyjnym Góra w dolinie Narwi w woj. podlaskim, który zmeliorowano w 1976 r. przez wykonanie rowów o dużych rozstawach oraz ułożenie drenów o rozstawie 25 m i głębokości około 0,9 m. W pięciu miejscach obiektu melioracyjnego ułożono stanowiska badawcze: cztery (A, B, D, E) na torfowisku płytkim i jedno (F) na torfowisku głębokim. Profil glebowy w tych stanowiskach, poniżej warstwy murszowej, zbudowany był z warstwy torfu turzycowiskowego o miąższości 10-30 cm podścielonej torfem olesowym. Gleby na torfowisku płytkim zaliczono do prognostycznego kompleksu wilgotnościowo-glebowego posusznego C, a na głębokim – do prognostycznego kompleksu okresowo-posusznego BC (**tab. I**).

TABELA I
Charakterystyka gleb organicznych na obiekcie Góra

Stanowisko	1976 r.			2006 r.		
	miąższość złoża [m]	rodzaj gleby	kompleks wilgotnościowo-glebowy	miąższość złoża [m]	rodzaj gleby	kompleks wilgotnościowo-glebowy
A	0,75	Mtlb2	C	0,45	Mtlc2	CD
B	0,44	Mtlb2	C	0,16	Mmr21	CD
D	0,60	Mtl(b)c2	C	0,39	Mtl(b)c2	C
E	0,62	Mtl(b)c2	C	0,50	Mtl(b)c2	C
F	2,00	Ptllbc	BC	1,77	Mtlbc	BC

W latach 1976-1984 (pierwszy okres) na wszystkich pięciu stanowiskach badawczych prowadzono podobną gospodarkę wodną, zmierzającą do utrzymania poziomu wody gruntowej w zalecanych wówczas granicach. W latach 1985-2008 (drugi okres) zróżnicowano poziom wody. Na stanowiskach grupy pierwszej: A i B stosowano dotychczasowe zasady, natomiast na stanowiskach grupy drugiej: D, E i F utrzymywano wyższy poziom wody gruntowej przez podtrzymywanie poziomu wody w rowach przeważnie na głębokości 30-40 cm i ograniczenie opadania wody w rowach do maksymalnej głębokości ok. 60 cm od powierzchni terenu. Wysoki poziom wody osiągnęto przez stosowanie w okresie od końca kwietnia do końca września podsiąku stałego do czego wykorzystywano wodę z rzeki Narwi, a ograniczono opadanie wody w rowach przez częściowe przegrodzenie na stałe rowu odpływowego.

Kształtowanie się warunków wodnych w glebie

W pierwszym okresie poziom wody gruntowej układał się na średniej głębokości 51-70 cm, zawierając się w granicach od 3 do 108 cm. W drugim okresie średnie głębokości we wszystkich stanowiskach były mniejsze niż w pierwszym

okresie. Wyróżniły się wtedy trzy rodzaje stanowisk: A i B o średniej głębokości 56 cm, D i F – o średniej głębokości 32-36 cm i E – o głębokości 22 cm (**tab. II**).

TABELA II
Głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej w okresie wegetacyjnym, cm

Stanowisko	Lata 1977-1984			Lata 1985-2008		
	średnio	minimum	maksimum	średnio	minimum	maksimum
A	68	8	101	56	25	100
B	70	3	108	56	20	100
D	62	15	101	36	5	59
E	51	3	102	22	< 0	40
F	57	3	102	32	2	55

W czynnej warstwie gleby [OSTROMĘCKI, 1960] powinna znajdować się odpowiednia ilość wody i powietrza. Jako warstwę czynną przyjmowano wierzchnią warstwę profilu glebowego o miąższości 0-30 cm, w której znajduje się przeważająca ilość korzeni roślin zielnych (zwana warstwą korzeniową), i w której, w warunkach pobagiennych, odbywa się proces murszowy (warstwa nazywana murszową) [ZAWADZKI, 1999]. W pierwszym okresie we wszystkich stanowiskach uwilgotnienie czynnej warstwy gleby przez większość okresu wegetacyjnego układało się w przedziale optymalnym dla roślin, zapewniając 6% powietrza w okresie mokrym i uwilgotnienie gleby w okresie suszy powyżej odpowiadającego sile ssącej gleby pF 2,7. W stanowiskach A i B występowało niedostateczne uwilgotnienie w 15-20% okresu, w stanowisku D – w 4%, a w stanowiskach E i F pojawiało się nadmierne uwilgotnienie. W drugim okresie, po podniesieniu poziomu wody gruntowej, we wszystkich stanowiskach zmalał udział optymalnego uwilgotnienia, w stanowiskach A i B wzrósł udział niedostatecznego uwilgotnienia, a w stanowiskach D, E i F znacznie wzrósł udział nadmiernego uwilgotnienia, przy czym w stanowisku E objął on około 50% długości okresu wegetacyjnego (**tab. III**).

W stanowiskach grupy pierwszej w ciągu 30 lat nastąpił rozwój procesu murszenia. Gleby przeszły z kompleksu C do CD i zmniejszyły się dopuszczalne głębokości położenia zwierciadła wody gruntowej wymagane przez rośliny [JURCZUK, 2009]. Przy takich przemianach gleb, nawet przy zmniejszeniu głębokości położenia zwierciadła wody gruntowej w wyniku wypłykania sieci melioracyjnej, wystąpiły dłuższe okresy niedostatecznego uwilgotnienia gleby. W drugiej grupie stanowisk wodne właściwości gleb pozostawały niezmiennione w stosunku do początkowych, a w wyniku podniesienia poziomu wody gruntowej wystąpiły okresy nadmiernego uwilgotnienia.

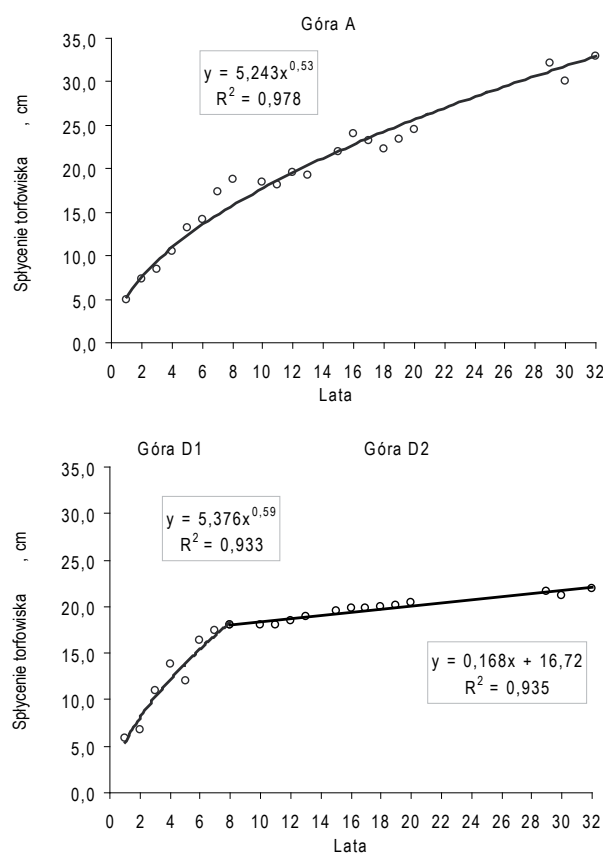
Osiadanie i mineralizacja torfowiska

Pomiary niwelacyjne rzędnych terenu wykonano w trakcie melioracji obiektu w 1976 r., a następnie w latach 1977

-1996 corocznie w miesiącach V-X. Pomiary wznowiono w 2005 r. i wykonano je w latach 2005, 2006 i 2008.

Analizę statystyczną osiadania powierzchni terenu na stanowiskach Góra A i B wykonano dla całego 32-letniego okresu pomiarów, natomiast na stanowiskach D, E i F wyniki podzielono na dwa okresy związane ze zróżnicowaniem gospodarki wodnej. W przypadku pierwszej grupy stanowisk i pierwszego okresu w drugiej grupie stanowisk estymowano zależności funkcją potęgową. W drugim okresie w drugiej grupie stanowisk dokonano estymacji prostoliniowej.

Funkcje osiadania wykazały bardzo wysoki współczynnik korelacji R (**rys. 1**). Osiadanie w pierwszym okresie po melioracji (8 lat) na torfowiskach płytkich wynosiło średnio 1,8-2,0 cm · rok⁻¹, a na stanowisku z głębokim torfem, o początkowej miąższości 2,0 m – 2,8 cm · rok⁻¹ (w wierzchniej warstwie do dna drenów – 2,1 cm · rok⁻¹) (**tab. IV**).



Rys. 1. Osiadanie torfowiska w stanowiskach A i D

W dalszych latach w grupie pierwszej następowało zmniejszanie się osiadania, które w okresie od 8. do 30. roku wynosiło średnio 0,5-0,7 cm · rok⁻¹, a po 30 latach zmniejszyło

TABELA III
Częstotliwość stanów uwilgotnienia czynnej warstwy gleby, %

Stanowisko	Lata 1977-1984			Lata 1985-2008		
	przedział uwilgotnienia			przedział uwilgotnienia		
	nadmierny (do 6% powietrza)	optymalny (6% powietrza – pF 2,7)	niedostateczny (pF 2,7 – pF 4,2)	nadmierny (do 6% powietrza)	optymalny (6% powietrza – pF 2,7)	niedostateczny (pF 2,7 – pF 4,2)
A	0,0	84,6	15,4	0,0	75,0	25,0
B	0,0	80,0	20,0	0,0	70,6	29,4
D	0,0	96,1	3,9	35,7	64,3	0,0
E	5,3	94,7	0,0	50,8	49,2	0,0
F	3,8	96,2	0,0	26,7	73,3	0,0

się do 0,4-0,5 cm · rok⁻¹. W drugiej grupie, po podniesieniu poziomu wody gruntowej, osiadanie znacznie się zmniejszyło: w stanowisku D – do średniej wartości 0,17 cm · rok⁻¹, a w stanowiskach E i F spadło do 0, przy czym w przypadku torfowiska głębokiego wierzchnia warstwa nad poziomem drenu uległa osiadananiu 0,07 cm · rok⁻¹, a dolna – pęcznieniu.

TABELA IV
Roczne osiadanie powierzchni po melioracji, cm

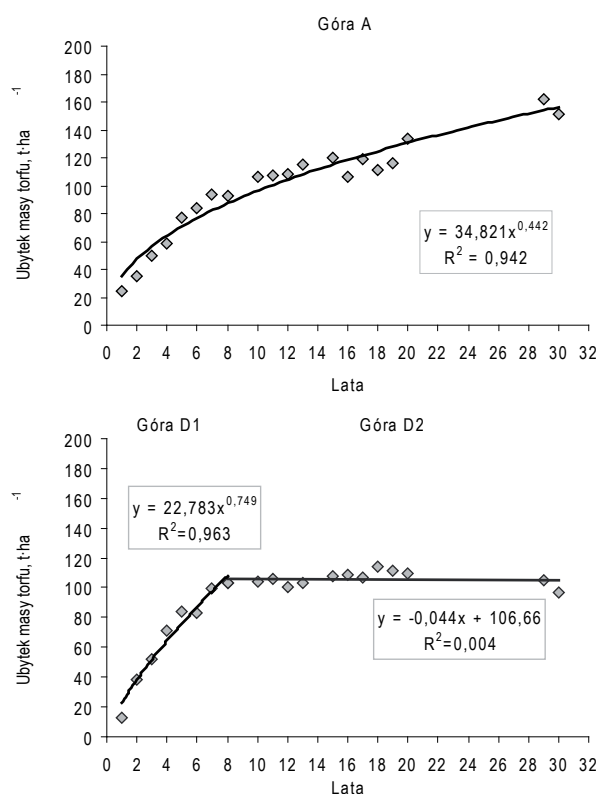
Stanowisko	Lata po melioracji	
	0-8	9-30
A	2,00	0,68
B	1,85	0,53
D	2,29	0,17
E	1,86	0,00
F nd ¹⁾	2,06	0,07
F	2,83	-0,02

¹⁾ warstwa nad poziomem drenu

Masę złoża, stanowiącą podstawę określenia mineralizacji materii organicznej, obliczano jako iloczyn gęstości objętościowej i objętości złoża lub warstwy zalegającej nad drenem. Różnicę między masą początkową i ustaloną w danym terminie przyjęto za ubytek masy złoża w określonym czasie. Przebieg mineralizacji w poszczególnych stanowiskach był bardzo zróżnicowany (rys. 2, tab. V). W stanowiskach grupy pierwszej wystąpiły różnice w średnich wartościach wieloletnich. Większa mineralizacja była w stanowisku B, w którym po pięciu latach od melioracji miąższość torfu zmniejszyła się poniżej 30 cm i gleba przeszła z grupy gleb torfowo-murszowych do mineralno-murszowych. Warstwa torfu o małej miąższości, podścielona warstwami piasku gliniastego, a głębiej piasku słabogliniastego, ulegała intensywniejszemu przesychnianiu, a to wywoływało większą mineralizację masy organicznej. W wieloletnim w powyższych stanowiskach następowało zmniejszanie rocznych ubytków masy, co częściowo można przypisać stopniowemu zmniejszaniu się głębokości osuszenia, a częściowo zmniejszaniu podatności masy organicznej na mineralizację z upływem lat po melioracji. Na torfowisku płytkim nastąpiło średnie zmniejszenie ubytków masy: w stanowisku A z 10,9 t · ha⁻¹ · rok⁻¹ w pierwszych ośmiu latach do 3,1 t · ha⁻¹ · rok⁻¹ w dalszych 22 latach, a w stanowisku B odpowiednio z 13,5 do 5,4 t · ha⁻¹ · rok⁻¹. W 30. roku mineralizacja wynosiła w stanowisku A – 2,3 t · ha⁻¹ · rok⁻¹, a w stanowisku B – 4,3 t · ha⁻¹ · rok⁻¹. W stanowiskach grupy drugiej w pierwszych ośmiu latach po melioracji przy odwodnieniu na głębokość podobną jak w grupie pierwszej mineralizacja była znaczna i wynosiła 12,8-14,6 t · ha⁻¹ · rok⁻¹. Po podwyższeniu zwierciadła wody gruntowej mineralizacja zanikła; wystąpiła nawet tendencja, szczególnie w najbardziej mokrym stanowisku E, do niewielkiego zwiększenia masy czyli akumulacji masy organicznej. W stanowiskach z poziomem wody gruntowej 32-36 cm zachodziło niewielkie osiadanie powierzchni terenu na skutek zagęszczania się wierzchnich warstw gleby, natomiast w stanowisku z poziomem wody gruntowej 22 cm ustały zarówno zagęszczanie, jak i mineralizacja torfu.

TABELA V
Średni roczny ubytek masy torfu po melioracji, t · ha⁻¹ · rok⁻¹

Stanowisko	Lata po melioracji	
	0-8	9-30
A	10,90	3,14
B	13,48	5,40
D	13,51	-0,04
E	12,84	-0,31
F	14,63	-0,07



Rys. 2. Ubytki masy torfu w stanowiskach A i D

Plonowanie i stan runi łąkowej

Zagospodarowane metodą pełnej uprawy łąki przez 3-4 lata charakteryzowały się dominującym udziałem traw szlachetnych: kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis* Huds.), tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.), wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) oraz wyczyńca łąkowego (*Alopecurus pratensis* L.) i wysoką wydajnością 8-10 t · ha⁻¹.

Ocenę plonowania i składu gatunkowego runi wykonano w latach 1989, 1994 i 2006, a więc już po zróżnicowaniu głębokości odwodnienia, w stanowiskach nawożonych dawką około 150 kg NPK · ha⁻¹ w postaci nawozów mineralnych, w tym 60-70 kg N · ha⁻¹, 20-30 kg P · ha⁻¹ i 50-60 kg K · ha⁻¹, dwukrotnie koszonych, okresowo wypasanych w systemie wolnym. W stanowiskach zmiennowilgotnych średni wieloletni plon siana wyniósł 6,8 t · ha⁻¹, w wilgotnych – 5,8 t · ha⁻¹ (tab. VI). W stanowisku okresowo mokrym E ze średnio intensywnym nawożeniem jeszcze w 1994 r. uzyskiwano plon 3,0 t · ha⁻¹. W warunkach braku nawożenia plon wynosił wtedy 1,0 t · ha⁻¹. W następnych latach w stanowisku E rolnicy zaprzestali nawożenia i plon wynosił około 1,0 t · ha⁻¹. Stag-

TABELA VI

Plony siana w różnych siedliskach wilgotnościowych, t · ha⁻¹

Siedlisko wilgotnościowe	Stanowisko	Plony siana w roku			
		1989	1994	2006	średnio
Zmiennowilgotne	A	7,0	8,0	7,0	7,3
	B	6,0	7,0	6,0	6,3
	średnio	6,5	7,5	6,5	6,8
Wilgotne	D	4,0	5,5	6,0	5,7
	F	6,0	7,0	6,5	6,5
	średnio	5,0	6,2	6,2	5,8
Okresowo-mokre	E	3,0	1,2	1,1	1,8

nacja wody na powierzchni przyczyniła się do silnego rozrzedzenia darni i wytworzenia się warstwy mszystej w postaci zwartego wojłoku, ograniczającego rozwój traw i turzyc.

Po kilku latach od zagospodarowania wypadła część traw szlachetnych, a przewagę zdobyły wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) i wyczyniec łąkowy (*Alopecurus pratensis* L.) oraz wkroczyły zioła i chwasty, głównie jaskier rozłogowy (*Ranunculus repens* L.) i mniszek pospolity (*Taraxacum officinale* Web.). W siedliskach zmiennowilgotnych i wilgotnych w warunkach średnio intensywnego użytkowania udział traw wynosił 60-80%, a turzyc w niektórych latach dochodził do kilku procent. W warunkach użytkowania ekstensywnego malał udział traw (do 10-60% zależnie od stanowiska), a zwiększał się udział ziół, chwastów i turzyc. W stanowisku mokrym tylko w 1994 r. zanotowano udział traw wynoszący 70%, w następnych latach zmniejszył się on do 15%. W miejsce traw wkroczyły turzycy (tab. VII, VIII i IX).

TABELA VII

Udział wybranych gatunków roślin w siedlisku wilgotnościowym zmiennowilgotnym [%]

Gatunek	Stanowisko A				Stanowisko B			
	ruń		siano		ruń		siano	
	1989 r.	1994 r.	2006 r.	2008 r.	1989 r.	1994 r.	2006 r.	2008 r.
Trawy								
Wiechlina łąkowa	29,6	20,0	20,0	25,8	22,7	17,0	20,0	63,6
Wyczyniec łąkowy	28,2	40,0	40,0	46,4	37,3	30,0	45,0	27,2
Kostrzewa czerwona	-	4,0	5,0	-	-	5,0	7,0	-
Mozga trzcinowata	-	10,0	5,0	2,8	2,3	5,0	+	-
Śmiałek darniowy	-	-	-	-	-	+	-	-
Wiechlina zwyczajna	-	+	+	-	-	-	+	0,2
Razem trawy	74,4	89,0	77,0	89,5	69,1	60,0	76,0	92,5
Razem motylkowate	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Chwasty i zioła								
Mniszek pospolity	12,8	1,0	5,0	0,9	23,0	1,0	6,0	-
Szczaw zwyczajny	1,3	1,0	8,0	1,3	-	1,0	4,0	1,0
Jaskier rozłogowy	5,1	6,0	6,0	4,3	7,4	30,0	8,0	0,7
Jaskier ostry	-	-	-	-	-	-	+	-
Razem chwasty i zioła	25,6	10,0	23,0	7,6	30,9	35,0	21,0	1,9
Turzycy								
Turzycza zastrzona	-	-	-	-	-	-	3,0	-
Turzycza pospolita	-	1,0	+	2,8	-	5,0	-	5,6
Razem turzycy	0,0	1,0	0,0	2,8	0,0	5,0	3,0	5,6
Razem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TABELA VIII

Udział wybranych gatunków roślin w siedlisku wilgotnościowym wilgotnym [%]

Gatunek	Stanowisko D				Stanowisko F			
	ruń		siano		ruń		siano	
	1989 r.	1994 r.	2006 r.	2008 r.	1989 r.	1994 r.	2006 r.	2008 r.
Trawy								
Wiechlina łąkowa	51,8	45,0	35,0	46,3	18,6	10,0	15,0	22,6
Wyczyniec łąkowy	-	1,0	1,0	16,3	17,6	30,0	40,0	2,4
Kostrzewa czerwona	+	5,0	5,0	2,6	5,8	5,0	+	2,7
Mozga trzcinowata	+	+	+	+	-	-	5,0	-
Śmiałek darniowy	-	1,0	5,0	5,5	-	-	-	3,1
Wiechlina zwyczajna	-	-	5,0	0,2	-	-	10,0	13,5
Razem trawy	65,8	85,0	70,0	75,6	60,6	80,0	70,0	89,1
Razem motylkowate	0,0	5,0	0,0	0,0	10,5	2,0	5,0	1,6
Chwasty i zioła								
Mniszek pospolity	14,0	2,0	-	4,2	20,9	3,0	5,0	1,6
Szczaw zwyczajny	-	1,0	10,0	3,3	+	+	1,0	1,4
Jaskier rozłogowy	20,2	5,0	5,0	8,3	7,0	3,0	10,0	2,1
Jaskier ostry	-	-	5,0	1,3	-	-	2,0	-
Razem chwasty i zioła	34,2	10,0	20,0	18,2	27,9	8,0	20,0	6,4
Turzycy								
Turzycza zastrzona	-	-	5,0	-	1,0	-	-	-
Turzycza pospolita	-	-	5,0	6,2	-	10,0	2,5	2,9
Razem turzycy	0,0	0,0	10,0	6,2	1,0	10,0	5,0	2,9
Razem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TABELA IX

Udział wybranych gatunków roślin w siedlisku wilgotnościowym okresowo-mokrym E [%]

Gatunek	Użytkowanie średnio intensywnie	Użytkowanie ekstensywne			
		ruń	ruń	siano	
	1994 r.	1994 r.	2006 r.	2008 r.	
Trawy					
Wiechlina łąkowa	40,0	1,0	+	1,1	
Wyczyniec łąkowy	5,0	1,0	2,0	1,9	
Kostrzewa czerwona	15,0	10,0	5,0	-	
Mozga trzcinowata	+	+	-	6,2	
Śmiałek darniowy	1,0	2,0	8,0	-	
Wiechlina zwyczajna	-	-	+	1,2	
Razem trawy	70,0	15,0	15,0	12,8	
Razem motylkowate	0,0	0,0	0,0	0,0	
Chwasty i zioła					
Mniszek pospolity	1,0	2,0	-	-	
Szczaw zwyczajny	6,0	5,0	2,0	-	
Jaskier rozłogowy	5,0	5,0	-	1,1	
Jaskier ostry	3,0	-	3,0	-	
Razem chwasty i zioła	15,0	15,0	10,0	3,0	
Turzycy					
Turzycza zastrzona	5,0	60,0	50,0	84,2	
Turzycza pospolita	-	10,0	20,0	-	
Razem turzycy	5,0	70,0	75,0	84,0	
Razem	100,0	100,0	100,0	100,0	

Oceny runi łąkowej i pastwiskowej o różnorodnym składzie botanicznym dokonano na podstawie liczb wartości użytkowej wg metody FILIPKA [1973]. Średnia liczba wartości użytkowej runi w siedliskach wilgotnościowych zmiennowilgotnym i wilgotnym w warunkach średnio intensywnego użytkowania była w badanym okresie bardzo podobna i wynosiła 7,5, co lokowało ruń w klasie dobrej. Liczba wartości użytkowej siana była większa – w siedlisku zmiennowilgotnym wynosiła 8,6 (ruń bardzo dobra), a w wilgotnym 7,7 (ruń dobra). W stanowisku mokrym początkowo, w warunkach średnio intensywnego użytkowania, wartość runi była dobra (Lwu = 6,4), a jego zmiana na ekstensywne spowodowała spadek do wartości ubogiej (Lwu < 3,0) (tab. X).

Należy dodać, że na znacznej części obiektu Góra rolnicy ograniczyli lub zaprzestali nawożenia, co skutkowało znaczną degradacją łąk [JURCZUK, 2009]. Na fotografii (rys. 3) przedstawiono zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych w rejonie stanowiska D (z podwyższonym poziomem wody) w wyniku zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Na łące nawożonej w stanowisku D (z lewej strony) dominuje ruń wycińcowo-wiechlinowa, a na łące słabiej nawożonej (z prawej strony) występuje roślinność z dominacją wiechliny zwyczajnej i szczawiu zwyczajnego.

Możliwości ochrony gleb pobagiennych za pomocą nawodnień

Chociaż okazało się, że mineralizacja gleb organicznych podczas ich rolniczego użytkowania maleje z upływem lat i zanikanie torfowisk jest mniejsze niż dotychczas uważano, to można je jeszcze ograniczać przez podnoszenie poziomu wody

TABELA X

Liczba wartości użytkowej roślin

Siedlisko wilgotnościowe	Stanowisko	Ruń				Siano
		1989 r.	1994 r.	2006 r.	średnio	2008 r.
Zmienne-wilgotne	A	7,96	8,00	7,72	7,89	8,20
	B	7,51	6,10	7,63	7,08	9,02
	średnio	7,74	7,05	7,68	7,48	8,62
Wilgotne	D	7,52	8,68	6,47	7,56	7,37
	F	8,10	7,27	7,26	7,54	8,12
	średnio	7,81	7,98	6,86	7,55	7,74
Okresowo-mokre	E	b.p. ¹⁾	6,41/2,23 ²⁾	1,58 ²⁾	1,90 ²⁾	0,98 ²⁾

¹⁾ brak pomiaru²⁾ użytkowanie ekstensywne

Rys. 3. Ruń łąkowa w stanowisku D z podwyższonym poziomem wody gruntowej

Fot.: Jan Kowalczyk

gruntowej. Szereg autorów stwierdza obniżenie emisji CO₂ wraz z podwyższeniem poziomu wody gruntowej [MUNDEL 1976; VAN DEN BOS, 2002; RENGIER i in., 2002; WESSOŁEK i in. 2002]. Mineralizacja materii organicznej jest szczególnie intensywna w czasie wysokich temperatur [MUNDEL, 1976]. W wyniku osiadania sieć melioracyjna wypłyca się i to nieco zmniejsza wartość mineralizacji. Jednakże, dla znacznego ograniczenia mineralizacji potrzebne jest podniesienie poziomu wody, szczególnie latem, za pomocą nawodnień. Dyskusyjne jest, do jakiego stopnia można ją ograniczyć za pomocą nawodnień. MUNDEL [1976] przyjmuje, że wydzielanie dwutlenku węgla ustaje przy poziomie wody równym z powierzchnią. Opierając na uzyskanych przez niego zależnościach emisji dwutlenku węgla od poziomu wody gruntowej RENGIER i in. [2002] oraz WESSOŁEK i in. [2002] traktują zanik torfowisk, przy głębokości zwierciadła wody gruntowej większej od 0, jako proces nieuchronny i obliczają lata zaniku torfowisk w zależności od poziomu wody gruntowej i miąższości torfowiska. Natomiast MINKKINEN i LAINE [1998], na podstawie badań na 273 torfowiskach Finlandii zmeliorowanych przed 60 laty w celu zagospodarowania leśnego, stwierdzili osiadanie średnio 22 cm i przychód (a nie stratę) 5,9 kg·m⁻² zawartości węgla. Uważają, że ten przychód wywołany był przez rozwój systemu korzeniowego drzew.

Uzyskane na obiekcie Góra wyniki wykazują, że w warunkach Polski na użytkach zielonych, przy utrzymaniu w glebach torfowo-murszowych średniego w okresie wegetacji poziomu wody gruntowej na głębokości 30-35 cm, można całkowicie powstrzymać ubywanie torfu. Należy rozpatrzyć, jakie będą skutki gospodarcze takiego postępowania.

Przy melioracji torfowisk w Polsce stosuje się podział siedlisk na prognostyczne kompleksy wilgotnościowo-glebowe [OKRUSZKO, 1988] i dla nich opracowane zostały do-

puszczalne przedziały głębokości zwierciadła wody według wymagań roślin łąkowych [SZUNIEWICZ 1979]. Ze względu na wymagania roślin łąkowych górną granicę optymalnego przedziału zwierciadła wody gruntowej wyznacza najczęściej wilgotność zapewniająca zawartość 6-8% powietrza w czynnej warstwie gleby. Zawartość 6% powietrza osiągana jest przy poziomie wody gruntowej 20-35 cm od powierzchni terenu. W eksploatacji systemów nawodnień podsiąkowych jako pożądaną przyjmuje się obecnie głębokość zwierciadła wody gruntowej zapewniająca 10% powietrza w warstwie czynnej. Wynosi ona od 30-35 cm w glebach kompleksu posusznego C, przez 50 cm w glebach kompleksu okresowo posusznego BC, do 70-80 cm w glebach kompleksów mokrego A, okresowo mokrego AB i wilgotnego B.

Porównanie poziomu wody optymalnego ze względu na potrzeby wodne roślin z poziomem wymagającym do powstrzymania ubytku masy wykazuje, że intensywna gospodarka łąkowa możliwa jest w glebach kompleksu C. W glebach kompleksu BC zahamowanie mineralizacji możliwe jest przy utrzymywaniu poziomu wody gruntowej na głębokości przekraczającej niekiedy minimalną dopuszczalną ze względu na potrzeby roślin i powodującego niższe plony w porównaniu z maksymalnymi możliwymi.

Trudne warunki prac łąkowych i wypasu na torfowiskach wiążą się z małą nośnością ich powierzchni. Na podstawie badań i doświadczeń zagranicznych stwierdzono [JURCZUK, 2003], że nośność powierzchni łąkowej zależy od rodzaju prognostycznego kompleksu wilgotnościowo-glebowego, głębokości zwierciadła wody gruntowej i uwilgotnienia czynnej warstwy gleby. W glebach kompleksów bardziej wilgotnych nośność wyraźnie wzrasta wraz ze zwiększeniem głębokości wody gruntowej. W glebach kompleksów suchszych, o dużej gęstości objętościowej i popielności, duża nośność występuje nawet przy płytkim położeniu wód gruntowych.

Największe możliwości wprowadzenia proekologicznej gospodarki wodnej na użytkach zielonych, polegającej na podwyższeniu poziomu wody gruntowej w stosunku do gospodarki tradycyjnej, występują w glebach kompleksów bardziej suchych. W warunkach podwyższonego poziomu wody gruntowej do 30-35 cm na obiekcie Góra uzyskiwano plony nieco mniejsze niż przy uwilgotnieniu optymalnym, lecz wartość paszowa runi łąkowej utrzymywała się przez kilkadziesiąt lat na dobrym poziomie, a nośność powierzchni łąkowej była wystarczająca do pracy lekkich zestawów maszyn i wypasu niewielkich stad bydła. Zestawy maszyn mogą składać się z ciągnika i doczepianych do niego rozsiewaczy nawozów mineralnych, kosiarek, przetrząsacz-zgrabiarek czy przyczep o małej lub średniej ładowności. Mało przydatne są natomiast ciężkie maszyny dwukołowe i przyczepy o dużej ładowności

Istniejące na glebach torfowych systemy melioracyjne charakteryzują się dużym zużyciem urządzeń, jednostronnym odwadniającym działaniem lub brakami wody do nawodnień, niedostateczną organizacją gospodarowania wodą. Wywołuje to negatywne gospodarcze i przyrodnicze następstwa. Wydawałoby się, że pozostawienie systemów w dotychczasowym stanie może mieć pozytywne znaczenie, gdyż spowoduje wypłykanie się sieci odwadniającej, które będzie prowadzić do hamowania mineralizacji. Jednakże, na skutek ewapotranspiracji w okresie letnim przy takiej sieci następuje znaczne opadanie poziomu wody, a przy wysokich tem-

peraturach, zwiększenie wydzielania dwutlenku węgla do atmosfery. Tereny potorfowe, pomimo spłycaenia sieci melioracyjnej, będą nadal pod odwadniającym wpływem rzek, których funkcje obejmują odbiór wody z gleb mineralnych, terenów zabudowanych, stawów rybnych, utrzymanie wód wezbraniowych w korycie, ochronę infrastruktury technicznej. Przy renaturalizacji terenów zmeliorowanych w małych dolinach i na polderach powstanie także problem podtopienia przyległych gruntów ornych. Zaprzestanie rolniczego użytkowania łąk torfowych generalnie przez wiele lat nie powoduje zmniejszenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery w stosunku do poprzedniego użytkowania [MALJANEN i in. 2007].

W takich warunkach niezbędna staje się modernizacja systemów melioracyjnych na torfowiskach, polegająca na wyposażeniu ich w system nawadniający. Ze względu na ochronę środowiska, odpowiedni jest podsiąk stały. System ten wykazuje wiele zalet w porównaniu z podsiąkiem zmiennym. Umożliwia on oszczędniejsze wykorzystanie wody, zarówno z własnej zlewni, jak i podawanej z ujęcia, oraz ograniczenie zrzutów i wykorzystanie wody z roztopów i opadów. Rowy mogą być płytsze i o większej rozstawie. Użytkowanie systemu jest prostsze i tańsze, bardziej możliwe do realizacji przy obecnych możliwościach finansowych i organizacyjnych rolników. Szczególnie ważne jest wyposażenie w system nawadniający płytkich gleb mineralno-murszowych podścielonych piaskami, bardzo podatnych na mineralizację masy organicznej.

Podstawowym problemem jest uzyskanie środków na modernizację systemów melioracyjnych, a następnie na ich utrzymanie. Nakłady na inwestycje mogą być pozyskane ze środków Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich w działaniu „Gospodarowanie rolniczymi zasobami wodnymi”. Jednakże, jak wykazała wieloletnia praktyka, same inwestycje, bez zapewnienia odpowiedniej eksploatacji urządzeń, mogą być wręcz szkodliwe dla środowiska. Przeniesiony z krajów południowej i zachodniej Europy do Polski sposób finansowania nawodnień, polegający na znaczącym udziale państwa lub instytucji samorządowych w inwestycjach i pozostawienie ich użytkowania rolnikom nie zdaje egzaminu. Tam, na gruntach ornych, przy kilkakrotnych w roku zbiorach warzyw, rolnicy osiągają dużą efektywność ekonomiczną nawodnień. U nas efektywność ekonomiczna nawodnień użytków zielonych jest duża tylko w latach bardzo suchych. W latach średnich nawodnienia są potrzebne ze względu na konieczność poprawy stanu środowiska przyrodniczego, a w tym zmniejszenia tempa mineralizacji gleb torfowo-murszowych i zwiększenia zasobów wodnych w dolinach. Obecnie spółki wodne i rolnicy indywidualni nie są w stanie ponosić kosztów na rzecz przyszłych pokoleń, tym bardziej, że podwyższanie poziomu wody gruntowej może aktualnie wywoływać spadek plonu i obniżyć wartość paszową, szczególnie na obszarach o urozmaiconym reliefie, i utrudniać uprawę na skutek obniżonej nośności powierzchni łąkowej, a więc zwiększać koszty i zmniejszać dochody rolników. Działania nawodnieniowe są zgodne z celami programu rolnośrodowiskowego, jednakże w tym programie brak jest propozycji w tym zakresie. Pomoc państwa i instytucji samorządowych dla spółek wodnych jest niedostateczna. Być może rozwiązaniem byłoby tworzenie fundacji ochrony obszarów pobagiennych, które mogłyby takie środki uzyskiwać.

Podsumowanie

Stwierdzono, że istnieje zależność osiadania i mineralizacji gleb od głębokości zalegania wody gruntowej. Wyniki tych badań mogą być wykorzystane do wskazania sposobu ograniczenia, a nawet uniknięcia strat masy organicznej, co ma szczególnie duże znaczenie w warunkach ekstensywnego (bez nawożenia) rolniczego użytkowania obszarów chronionych, ze względu na duże walory przyrodnicze, tj. parków narodowych, parków krajobrazowych, obszarów Natura 2000. W glebach prognostycznych kompleksów wilgotnościowo-glebowych okresowo posuszonym BC, posuszonym C i okresowo suchym CD możliwa jest średnio intensywna gospodarka łąkowa i pastwiskowa z jednoczesnym zahamowaniem ubytku masy torfu, pozwalająca na otrzymywanie plonów nieco mniejszych niż przy optymalnym dla roślin łąkowych uwilgotnieniu gleby. W warunkach podwyższonego poziomu wody gruntowej do 30-35 cm od powierzchni terenu wartość paszowa runi łąkowej utrzymuje się na dobrym poziomie. Przy wysokim podniesieniu poziomu wody gruntowej (na głębokość średnią mniejszą od 30 cm) pojawiają się utrudnienia w rolniczym użytkowaniu, spadek plonów i obniżenie ich wartości paszowej.

Dla utrzymania trwałości gleb organicznych niezbędne jest funkcjonowanie systemu nawodnień podsiąkiem stałym. Istnieje pilna potrzeba wygospodarowania środków finansowych na modernizację urządzeń melioracyjnych i na ich eksploatację.

LITERATURA

- FILIPEK J.: 1973. *Projekt klasyfikacji roślin łąkowych i pastwiskowych na podstawie liczb wartości użytkowej*. Post. Nauk Rol., nr 4
- JURCZUK S.: 2003. *Wpływ głębokości położenia zwierciadła wody gruntowej na nośność użytków zielonych na torfowiskach*. Woda. Środ. Obsz. Wiej., t. 3 z. 2(8)
- JURCZUK S.: 2009. *Możliwości rolniczego gospodarowania na użytkach zielonych w warunkach ograniczania degradacji gleb torfowo-murszowych*. Woda Środ. Obsz. Wiej., t. 9 z. 3(27)
- MALJANEN M., HYTÖNEN J., MÄKIRANTA P., ALM J., MINKKINEN K., LAINE J., MARTIKAINEN P. J.: 2007. *Greenhouse gas emissions from cultivated and abandoned organic croplands in Finland*. Boreal Environment Research 12
- MINKKINEN K., LAINE J.: 1998. *Long-term effect of forest drainage on the peat carbon stores of pine mires in Finland*. Can. J. For. Res., nr 28(9)
- MUNDEL G.: 1976. *Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren*. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. H. 10
- OKRUSZKO H.: 1988. *Zasady podziału gleb hydrogenicznych na rodzaje oraz łączenie rodzajów w kompleksy*. Roczn. Gleb., t. 39 nr 1
- OSTROMĘCKI J.: 1960. *Wstęp do melioracji rolnych*. Bibl. Wiad. IMUZ t. 2 z. 1
- RENGER M., WESSOLEK G., SCHWÄRZEL K., SAUERBREY R., STEWERT C.: 2002. *Aspects of peat conservation and water management*. J. Plant. Nutr. Soil. Sci., nr. 165
- SZUNIEWICZ J.: 1979. *Charakterystyka kompleksów wilgotnościowo-glebowych pod kątem parametrów systemu melioracyjnego*. W: Kompleksy wilgotnościowo-glebowe w siedliskach hydrogenicznych i ich interpretacja przy projektowaniu melioracji i zagospodarowania. Bibl. Wiad. IMUZ 58
- VAN DEN BOS R.: 2002. *Restoration of former wetlands in the Netherlands; effect on the balance between CO₂ sink and CH₄ source*. Netherlands Journal of Geosciences nr 82
- WESSOLEK G., SCHWÄRZEL K., RENGER M., SAUERBREY R., STEWERT C.: 2002. *Soil hydrology and CO₂ release of peat soils*. J. Plant. Nutr. Soil. Sci., nr. 165
- ZAWADZKI S.: 1999. *Morfologia gleb*. W: Gleboznawstwo. Pod redakcją naukową prof. S. Zawadzkiego. PWRiL