

WARUNKI WODNE OGRA NICZAJĄ CE STRATY MASY ORGANICZNEJ NA ŁĄKACH O GLEBACH TORFOWO-MURSZOWYCH

Sergiusz JURCZUK

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Studiów Regionalnych Rozwoju Obszarów Wiejskich

Słowa kluczowe: użytkowanie rolnicze torfowisk, ochrona środowiska, mineralizacja torfu, nawadnianie podsiąkowe

Streszczenie

Na podstawie badań własnych i literatury określono warunki wodne umożliwiające utrzymanie roślinności łąkowej i ograniczające procesy degradacji gleb torfowo-murszowych. Porównano głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej optymalną dla roślin łąkowych ze średnią głębokością w okresie wegetacyjnym zapobiegającą ubytkom masy organicznej gleby. Stwierdzono, że w kompleksach C i CD możliwe jest ograniczenie mineralizacji oraz spełnienie minimalnych i optymalnych potrzeb powietrznych roślin. W glebach kompleksu BC zahamowanie mineralizacji jest możliwe w warunkach utrzymywania stanu wody gruntowej przekraczającego niekiedy minimalny dopuszczalny ze względu na potrzeby roślin i powodującego niższe plony w porównaniu z maksymalnymi możliwymi.

Najmniej przydatne do rolniczego użytkowania są gleby kompleksu A, AB i B, gdyż wymagają wówczas znacznego obniżenia poziomu wody gruntowej, wpływającego na zwiększoną mineralizację torfu.

Odpowiednim systemem nawadniającym ze względu na ochronę środowiska jest podsiąg stały. Stosowanie podsiąku w roku suchym na glebie kompleksu CD na obiekcie Wir spowodowało zwiększenie plonu o 73–107%.

Do pobudzenia działalności proekologicznej rolników niezbędne są instrumenty ekonomiczne typu ulg podatkowych, kredytów, dotacji do działalności spółek wodnych itp., gdyż niewielkie zwwyżki, a niekiedy i spadki plonów, nie skłonią ich do ponoszenia wydatków na nawodnienia.

Adres do korespondencji: doc. dr hab. S. Jurczuk Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Studiów Regionalnych Rozwoju Obszarów Wiejskich, 05-090 Raszyn; tel. +48 (22) 720-05-31 w. 254, e-mail: S.Jurczuk@imuz.edu.pl

WSTĘP

W Polsce około jedna czwarta użytków zielonych położona jest na glebach torfowych. W rejonach kraju o słabej jakości gruntów ornych, użytki te są podstawą funkcjonowania gospodarstw rolnych. Ich wyłączenie z rolniczego użytkowania może znacznie przyczynić się do obniżenia poziomu życia ludności. W związku z tym istnieje potrzeba kompromisu między ochroną a rolniczym użytkowaniem torfowisk. Uważa się, że przez regulowanie stanu wody gruntowej można ograniczyć stopień mineralizacji masy organicznej i zanikanie torfowisk. OKRUSZKO już w 1967 r. wysunął hipotezę, że ograniczenie strat może być osiągnięte na drodze stymulowanego rozwoju procesu darniowego. Intensywny rozwój darni i duże uwilgotnienie mogą wpłynąć na wyrównanie bilansu masy organicznej [OKRUSZKO, 1976]. W niniejszym artykule rozpatruje się możliwości pogodzenia wymogów ochrony i rolniczego użytkowania gleb torfowo-murszowych wytworzonych z różnych rodzajów torfów.

ROLNICZE UŻYTKOWANIE TORFOWISK Z UWZGLĘDNIENIEM POTRZEB ICH OCHRONY

Torfowiska w stanie naturalnym odgrywają szczególną rolę w środowisku przyrodniczym ze względu na utrzymanie w nim równowagi ekologicznej opartej na bioróżnorodności. Jednakże są to biotopy wrażliwe na zmiany czynników środowiska. Odwodnienie torfowisk wywołuje wiele negatywnych procesów i zjawisk, prowadzących do naruszenia równowagi ekologicznej, m. in. do: obniżenia zwierciadła wód gruntowych, wysychania małych cieków wodnych, wypadania cennych zbiorowisk roślinnych, ubożenia różnorodności zwierząt i roślin, zmian mikroklimatu, zwiększenia eutrofizacji wód, zwiększenia rozkładu masy organicznej oraz emisji dwutlenku węgla i azotu.

W Polsce obszar torfowisk użytkowanych jako łąki zmiennowilgotne, świeże i suche wynosi 842,7 tys. ha, czyli 67,2% ich całkowitej powierzchni [DEMBEK, PIÓRKOWSKI, RYCHARSKI, 2000]. Gospodarka łąkowa na tych terenach, ze stałymi dużymi plonami, wymaga regulacji stosunków wodnych. Ustalając zasady meliorowania i zagospodarowania torfowisk już w okresie przedwojennym uwzględniono problemy związane z okresowym przesychnaniem ich gleb i nabieraniem właściwości hydrofobowych, obniżających zdolności produkcyjne. Powstała wówczas, realizowana przez wiele lat, koncepcja stosowania niegłębokiego odwodnienia i wprowadzenia na torfowiskach systemów odwadniająco-nawadniających z ewentualnym doprowadzeniem wody spoza terenów meliorowanych [ZAKASZEWSKI, 1956; OSTROMĘCKI, 1960; 1973].

Obecnie powszechnie dąży się do ochrony torfowisk. Postuluje się zaniechanie ich melioracji, renaturalizację torfowisk odwodnionych, zaniechanie produkcji

torfu. Tworzy się parki narodowe i krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, rezerваты itp.

Renaturalizacja torfowisk wiąże się z koniecznością wznowienia procesu torfotwórczego, którego podstawowym warunkiem jest podniesienie położenia zwierciadła wody gruntowej. Niekiedy prostym rozwiązaniem renaturalizacyjnym jest zaprzestanie odprowadzania wody. Działanie takie może przynieść efekty na obszarach polderowych, gdzie zaniechanie odpompowywania wody powoduje zalew terenu i procesy zabagnienia. Jednakże wówczas powstają problemy z ochroną przed podtopieniem przyległych gruntów. W dolinie odwadnianej grawitacyjnie rzeka jest nie tylko odbiornikiem wody z torfowisk, ale także pełni inne funkcje: odbiera wodę z łąk na glebach mineralnych, z gruntów orných, terenów zabudowanych, stawów rybnych, utrzymuje w korycie wody wezbraniowe. Doliny przecinają także sieci urządzeń infrastruktury technicznej i z tych powodów nie zawsze można podnieść zwierciadło wody w rzece lub kanale.

Do renaturalizacji potrzebne jest wykorzystanie urządzeń gospodarki wodnej utrzymujących wysokie stany wody oraz zalewów wiosennych nie dopuszczając do znacniejszego opadania wód gruntowych w okresach suszy. Jedną z konsekwencji niespełnienia tych wymogów mogą być pożary torfowisk, a przestrożą wypalenie się w czasie suszy 2002 r. ponad 1,5 tysiąca ha torfowisk w Biebrzańskim Parku Narodowym. Brak sprawnej sieci wodnej i dróg dojazdowych utrudnił ugaszenie pożaru. Prawidłowa renaturalizacja, w zależności od stopnia przekształcenia złoża torfowego, wymaga odpowiednich zabiegów i nakładów finansowych.

Spadek popytu na krajowe produkty rolne oraz nadmierne postulaty renaturalizacyjne spowodowały wyłączenie niektórych zmeliorowanych łąk i pastwisk z rolniczego użytkowania. Wpływa to na pojawienie się jednorodnych, agresywnych lub niepożądanych zbiorowisk [JANKOWSKA-HUFLEJT, ZASTAWNY, OKULARCZYK, 2002]. Rozrzedzenie pokrywy roślinnej wywołuje z kolei degradację gleby, zjawiska erozji i zwiększone wymywanie składników do wody gruntowej. Dalším następstwem wyłączenia gleb organicznych z rolniczego użytkowania jest rozwój krzewów i drzew, co wpływa na silniejsze przesychnanie gleby i obniżenie poziomu wód gruntowych [CHRZANOWSKI, KACA, 2001], a to sprzyja mineralizacji masy organicznej. Tereny te jako „niczyje” stają się miejscem wywozu śmieci i pokątnego wydobycia torfu.

OGRANICZENIE STRAT MASY ORGANICZNEJ

Opinie o podatności różnych rodzajów torfów na mineralizację są zróżnicowane. W Polsce upowszechnił się pogląd, że mineralizacji łatwiej ulegają torfy szuwarowe i olesowe podatne również na murszenie. Niektóre badania wykazują jednak większą podatność torfów mszystego i turzycowego niż drzewnego i trzcinoowego. Różnica w poglądach może wynikać z różnych metod badawczych.

W pierwszym przypadku podstawą są przemiany organicznych form związków azotu w związki mineralne dostępne dla roślin, które są gromadzone w glebie, a następnie pobierane przez rośliny lub wymywane z gleby. W drugim przypadku rozpatrywane jest wydzielanie się dwutlenku węgla do atmosfery. Przebieg procesu mineralizacji związków azotu i węgla w różnych rodzajach gleb jest odmienny [GOTKIEWICZ, KOWALCZYK, OKRUSZKO, 1975]. Według KOWALCZYK [1973] mineralizacja związków węgla, mierzona ilością wydzielającego się dwutlenku węgla, zależy przede wszystkim od rodzaju murszu, im jest słabiej zhumifikowany, tym więcej wydziela się z niego CO₂. Ze słabo zmurszałej gleby wytworzonej ze słabo rozłożonego torfu mechowskiego na torfowisku Wizna wydziela się więcej CO₂ niż ze średnio zmurszałej gleby ze średnio rozłożonego torfu turzycowiskowego na torfowisku Kuwasy i 2-krotnie więcej niż z silnie zmurszałej gleby ze średnio rozłożonego torfu szuwarowego na torfowisku Modzelówka. Badania BAMBALOVA [1984] w Białorusi wykazują kilkakrotnie większe wydzielanie się CO₂ z torfów mechowskich i turzycowiskowych niż trzciniowych i olesowych. Również w badaniach MUNDLA [1976] w Niemczech więcej dwutlenku węgla wydzielano się z torfu głębokiego niż z płytkiego torfu zhumifikowanego (autor nie podaje szczegółowego opisu gleb). Badania zawartości form azotanowych i amonowych azotu prowadzone przez OKRUSZKĘ [1997] wykazują większą aktywność biologiczną gleb torfowo-murszowych niż mineralno-murszowych, murszowatych i murszastych.

Podawane w literaturze wartości osiadania na podstawie wydzielania się dwutlenku węgla lub przemian związków azotowych mogą sugerować, że zahamowanie ubytków masy jest niemożliwe. Jednakże we wnioskowaniu o mineralizacji należy uwzględnić przychód masy w postaci korzeni i resztek części nadziemnych roślin zasilających organiczną masę glebową. Określenie tego przychodu w glebach organicznych sprawia badaczom wiele problemów, natomiast jego dodatni udział w bilansie masy organicznej ocenia się jako znaczny, sięgający 6 t·ha⁻¹·rok⁻¹ [BAMBALOV, 1984]. Najdokładniejszą metodą ustalania ubytków masy organicznej, czyli różnicy między jej rozchodami a przychodami, jest metoda bezpośrednia, polegająca na ważeniu masy organicznej (przez oznaczanie miąższości, gęstości objętościowej i popielności złoża torfowego). Jednakże uzyskanie wiarygodnych wyników tą metodą wymaga ponad 10-letniego okresu między pomiarami i dlatego takich wyników jest mało. W Polsce badania takie prowadzono w rejonie Biebrzy [CHRZANOWSKI, SZUNIEWICZ, 2002], w dolinie Narwi i na torfowiskach Pobrzeża Południowobałtyckiego [JURCZUK, 2000].

W rejonie Biebrzy w zmeliorowanych w okresie przedwojennym i intensywnie odwadnianych (80–90 cm) dwóch stanowiskach w 42-letnim okresie (lata 1958–2000) ubyło 10–13 t·ha⁻¹·rok⁻¹ masy torfu. W latach 1958–1982 tempo ubytku było większe (11–16 t·ha⁻¹·rok⁻¹) niż w latach 1982–2000 (8–9 t·ha⁻¹·rok⁻¹). Zwraca uwagę zniknięcie w pierwszych 24 latach, zalegającej pod murszem, warstwy

torfu mechowiskowego miąższości 25–30 cm, co może być tłumaczone jego dużą podatnością na mineralizację.

Badania metodą bezpośrednią ubytku masy torfu (właściwości w tabeli 1) na zmeliorowanych torfowiskach Pobrzeża Południowobałtyckiego i w Dolinie Narwi [JURCZUK, 2000] wykazały, że był on największy w pierwszych pięciu latach po melioracji i wynosił $9,3\text{--}15,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$, a po 15–20 latach zmniejszył się do wartości $3,0\text{--}5,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ (tab. 2). Na podstawie tych badań można oszacować, że obecnie, po około 30 latach od intensywnych prac melioracyjnych w latach 60. i 70. ubiegłego wieku, mineralizacja na użytkowanych łąkowo torfowiskach wynosi średnio około $3,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Jest to ubytek znacznie mniejszy od szacowanego metodami pośrednimi (a niekiedy także bezpośrednimi) na $10\text{--}15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$.

W profilach torfowisk znajdujących się w stanie naturalnym średnia szybkość akumulacji całego złoża torfu jest bardzo zróżnicowana; częściej podawana w przedziale $0,3\text{--}0,6 \text{ mm}\cdot\text{rok}^{-1}$ lub $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ [ZUREK, 1976; 1986; TURONEN, TOLONEN, 1996; TOLONEN i in., 1992]. Akumulacja masy torfowej w całym holocenie z powodu długotrwałego rozkładu, wymywania masy i ubytku na skutek wielokrotnych pożarów torfowisk była 2–3 razy mniejsza niż w ostatnich wiekach [TURONEN, TOLONEN, 1996]. Na podstawie pomiarów w południowej Finlandii, Kanadzie, stanie Maine w USA, Wielkiej Brytanii wielkość akumulacji torfu w ostatnich wiekach można oszacować na $0,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ masy torfu, w tym $0,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ masy organicznej. Z równania $3,4x = 0,8(100 - x)$, gdzie 3,4 to wartość mineralizacji na terenach odwadnianych, 0,8 – akumulacja masy organicznej na torfowiskach naturalnych w $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$, a x – procent odwadnianej powierzchni torfowisk, można obliczyć, że do uzyskania równowagi przyrostu i ubytku torfu można odwadniać tylko 19% powierzchni krajowych torfowisk. Wartość tą można zaokrąglić do 20% uwzględniając inne przychody, np. w wyniku naturalnego zarastania jezior, a na pozostałej powierzchni należałoby przywrócić proces torfotwórczy. W celu zwiększenia możliwości prowadzenia gospodarki łąkowej na większej powierzchni torfowisk, należy określić sposoby ograniczenia mineralizacji.

Autor [JURCZUK, 2000], na podstawie badań metodą bezpośrednią, ustalił następujący model regresyjny ubytków masy torfowej dla okresu od 8. do 20. roku po melioracji:

$$M = -5,73 + 0,337D - 0,925DP$$

gdzie:

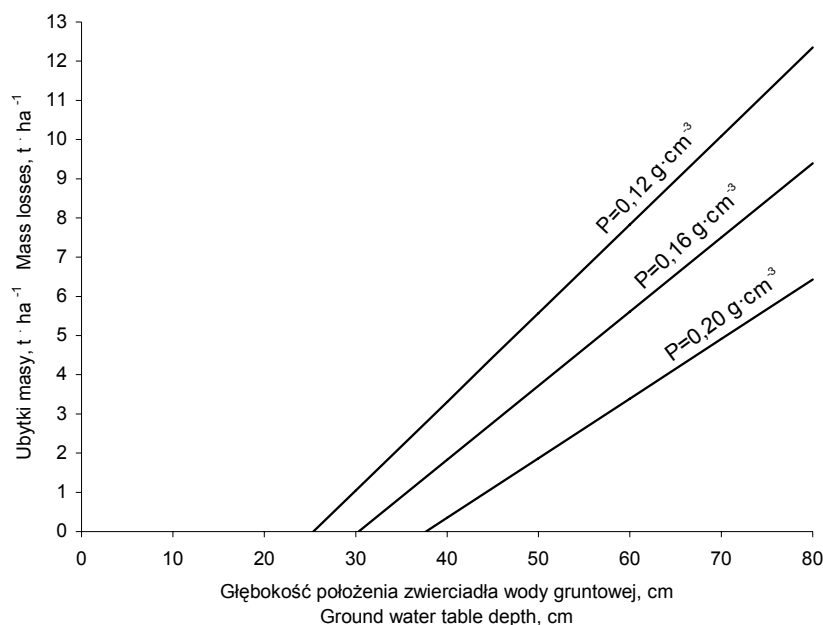
- M – ubytek masy torfowej, w $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$;
- D – średnia głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej w okresie wegetacji, w cm;
- P – gęstość objętościowa złoża przed melioracją, w $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Tabela 2. Roczny ubytek masy organicznej (według krzywych wyrównanych) na stanowiskach Po-brzeża Południowobałtyckiego i w dolinie Narwi, w $t \cdot ha^{-1}$ **Table 2.** Annual loss of organic matter (acc. to smoothed curves) in sites of the South Baltic Coast-land and in the Narew valley, in $t \cdot ha^{-1}$

Stanowisko Site	Okres lat po melioracji Years after the reclamation					
	0–5	5–10	10–15	15–20	20–25	25–30
Grabówka	11,70	5,50	4,35	3,74	3,34	3,05
Stepnica	9,41	5,30	4,39	3,89	3,55	3,30
Stary Borek	9,27	5,46	4,58	4,09	3,76	3,52
Góra A	14,20	5,00	3,70	3,05	2,63 ¹⁾	2,34 ¹⁾
Góra B	15,78	8,00	6,52	5,48	5,13 ¹⁾	4,73 ¹⁾
Góra C	12,64	6,18	4,93	4,26	3,83 ¹⁾	3,51 ¹⁾
Średnio Mean	12,17	5,91	4,74	4,12	3,71 ¹⁾	3,41 ¹⁾

¹⁾ Wynik z ekstrapolacji. ¹⁾ By extrapolation.

Z modelu wynika, że mineralizacja jest większa w warunkach głębokiego zale-gania wody gruntowej D i mniejsza w glebach o większej gęstości objętościowej zło-ża P (rys. 1). Określona zależność pośrednio wskazuje, że mineralizacja zwią-zana jest z rodzajem zło-ża torfowego i rodzajem gleby.



Rys. 1. Zależność rocznych ubytków masy organicznej od głębokości położenia zwierciadła wody gruntowej w okresie wegetacyjnym dla wybranych wartości gęstości objętościowej zło-ża P

Fig. 1. Relationship between organic matter losses and the depth of ground water table during the vegetative season for selected bulk densities of the deposit P

Torfy mechowiskowe i turzycowiskowe mają na ogół mniejszą gęstość objętościową niż torfy olesowe i ulegają szybszej mineralizacji przy tym samym poziomie wody gruntowej. Z modelu wynika, że w warunkach utrzymywania zwierciadła wody gruntowej na głębokości 25–40 cm, zależnie od gęstości objętościowej złoża, faza recesji może być zastąpiona fazą rekompensacji, charakteryzującą się równowagą w bilansie przychodów i rozchodów masy.

W melioracji torfowisk stosuje się podział siedlisk na kompleksy wilgotnościowo-glebowe [OKRUSZKO, 1986] i dla nich opracowano dopuszczalne przedziały głębokości położenia zwierciadła wody według wymagań roślinności łąkowej [SZUNIEWICZ 1979; SZUNIEWICZ, CHURSKA, CHURSKI, 1992]. Ze względu na powiązanie kompleksów wilgotnościowo-glebowych z rodzajem torfu i jego gęstością objętościową wstępnie można określić średni wieloletni poziom wody gruntowej w okresie wegetacyjnym zapobiegający ubytkom masy torfowej. Wyliczono go z powyższego modelu przyjmując $M = 0$, a gęstości objętościowe badanych kompleksów – według tabeli 1. Uzyskano następujące wartości (w zaokrągleniu do 5 cm): kompleks wilgotnościowo-glebowy: B – 25 cm, BC – 30 cm i C – 30–40 cm. Są to wartości przybliżone, co wynika z niewielkiej ilości doświadczeń i możliwości silniejszego związku ubytków masy z rodzajem złoża torfowego niż z rodzajem gleby.

MOŻLIWOŚCI SPEŁNIENIA WYMAGAŃ ROŚLINNOŚCI ŁĄKOWEJ W WARUNKACH OGRANICZANIA MINERALIZACJI

Ze względu na wymagania roślinności łąkowej górną granicę optymalnego przedziału głębokości położenia zwierciadła wody gruntowej wyznacza najczęściej wilgotność zapewniająca zawartość 6–8% powietrza w czynnej warstwie gleby. W eksploatacji systemów nawodnień podsiąkowych jako pożądaną przyjmuje się obecnie głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej zapewniającą 10% powietrza w warstwie czynnej. Dopuszczalną minimalną, optymalną i maksymalną głębokość wody, wynikającą z tych założeń podano wg SZUNIEWICZA, CHURSKIEJ i CHURSKIEGO [1992] w tabeli 3.

Z badań lizymetrycznych [ŁABĘDZKI, 1997] wielkości plonu w warunkach wysokich stanów wody gruntowej, jak i z badań terenowych [GOTKIEWICZ, 1990; ROGUSKI i in. 1993] wynika, że dopuszczalne jest większe uwilgotnienie (do 6% powietrza), a nawet okresowe podnoszenie poziomu wody gruntowej do 5–20 cm pod powierzchnią terenu. Według badań w lizymetrach ze stałym poziomem wody gruntowej, zróżnicowanym od 40 do 90 cm, średnie z wielolecia plony w glebie kompleksu B nie różniły się istotnie i wynosiły 11,1–11,8 t·ha⁻¹. Plon w roku bardzo suchym był najwyższy w warunkach płytkiego (40 cm), a w roku mokrym – w warunkach głębokiego (90 cm) położenia poziomu wody gruntowej. W glebie kompleksu C największe plony uzyskano w warunkach poziomu wody gruntowej

Tabela 3. Zalecana głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej ze względu na potrzeby wodne roślin i zahamowanie ubytków masy organicznej gleby, cm**Table 3.** Ground water table depth recommended because of plant requirements and restriction of organic matter losses from soils, cm

Kompleks wilgotnościowo-glebowy Soil-moisture complex	Zalecana głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej ze względu na: Recommended depth because of:			
	potrzeby roślin plant requirements			zahamowanie ubytków masy (średnia w okresie wegetacji) restriction of organic matter losses (seasonal mean)
	minimalna minimum	optymalna optimum	maksymalna maximum	
B	35	55	100	25
BC	30	50	90	30
C	20–25	30–35	60–80	30–40

na głębokości 40 i 20 cm (odpowiednio 13,3 i 13,5 t·ha⁻¹) o nieistotnych różnicach między obydwoma wariantami. Znaczniejsze podniesienie poziomu wody gruntowej w kompleksach wilgotniejszych może powodować obniżkę plonu. Poletkowe badania GOTKIEWICZA [1990] na glebie kompleksu BC wykazały, że po odwodnieniu do położenia zwierciadła wody na głębokości 60 cm średni z 5 lat plon był większy niż w warunkach utrzymywania zwierciadła wody gruntowej, za pomocą nawodnienia, na głębokości 10–20 cm (z obniżaniem w okresach zbiorów do głębokości 50–60 cm), a tylko w jednym roku zależność była odwrotna. Po nawożeniu w dawce P₈₀K₁₆₀ średni plon z wielolecia po płytkim odwodnieniu wynosił 10,4 t·ha⁻¹, a po głębszym 11,4 t·ha⁻¹. Zastosowanie dodatkowo 300 kg azotu wpływało na wyrównanie plonów na obu poziomach odwodnienia (do 12,7 t·ha⁻¹). Badania WAYDBRINKA [1974] wykazały, że średnia głębokość zalegania wody gruntowej w okresie wegetacyjnym powodująca maksymalizację plonowania zmniejsza się wraz ze zwiększeniem dawek nawożenia. Optymalna głębokość zalegania wody gruntowej w torfowisku głębokim zmniejszała się od ponad 100 cm bez nawożenia azotowego do 45 cm po zastosowaniu nawożenia 400 kg N·ha⁻¹, a w torfowisku płytkim – od 65 do 45 cm. W torfowisku głębokim o silnie zmurszałym profilu dla wszystkich badanych dawek nawożenia optymalna głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej była mniejsza od 50 cm.

Analizy statystyczne zależności plonu od położenia poziomu wody gruntowej [JURCZUK, 1974] wykazały, że w glebie MtIIba (kompleks wilgotnościowo-glebowy wilgotny B) plonotwórczy efekt odwodnień i nawodnień w I i III odroście jest największy przy niskim stanie wody gruntowej (poniżej 70 cm). W II odroście zwierciadło wody powinno zalegać na głębokości średnio 60–70 cm. W glebie MtIIcc (kompleks posuszny C) odwodnienie w I i III odroście powinno być mniej intensywne, gdyż w małym stopniu wpływa na plon, a w II odroście nawodnienie powinno zapewnić średnią głębokość wody 30–40 cm.

Z porównania położenia zwierciadła wody optymalnego ze względu na potrzeby wodne roślin z wymaganym do powstrzymania ubytku masy wynika, że intensywna gospodarka łąkowa możliwa jest na glebach kompleksu C. Utrzymanie w okresie wegetacyjnym poziomu wody na głębokości średnio 30–40 cm umożliwia uzyskiwanie maksymalnych plonów, szczególnie po większych dawkach nawożenia. Na podstawie przeprowadzonych przez OKRUSZKO [1997] badań nityfikacji w glebach mineralno-murszowych, murszowatych i murszastych podobną głębokość zalegania zwierciadła wody, a w torfach silnie zamulonych nawet większą, można przyjąć dla gleb kompleksu CD. W glebach kompleksu BC zahamowanie mineralizacji możliwe jest w warunkach utrzymywania zwierciadła wody gruntowej na głębokości około 30 cm, a więc przekraczającej niekiedy minimalną dopuszczalną ze względu na potrzeby roślin. Na glebach kompleksu B obu tych wymogów nie daje się pogodzić i nawet utrzymywanie lustra wody na głębokości bliskiej minimalnej normie osuszenia wg wymagań roślin, nie zapobiegnie stratom masy organicznej. Wniosek ten można rozszerzyć na gleby kompleksów A i AB. Upoważniają do tego wyniki badań na obiekcie Grabówka, gdzie po wieloletnim rolniczym użytkowaniu profil glebowy różni się od gleb kompleksów A i AB głównie większym stopniem rozkładu torfu w wierzchnich warstwach.

Próby melioracji torfowisk mechowiskowych kończyły się najczęściej niepowodzeniem. Nie uzyskiwano ani zakładanej głębokości odwodnienia, ani zakładanych plonów. Proces murszenia zaznaczał się słabo, co sprawiało wrażenie, że gleby te są mało podatne na mineralizację masy organicznej. Utrzymywanie się dużego uwilgotnienia w czynnej warstwie gleby pomimo znacznego obniżenia zwierciadła wody gruntowej nie jest wystarczającym zabezpieczeniem przed mineralizacją. W glebach torfowo-murszowych nawet utrzymywanie poziomu wody gruntowej na stałej głębokości 30 cm od powierzchni terenu nie powstrzymuje wydzielania się dwutlenku węgla do atmosfery [MUNDEL, 1976]. Według BAMBAŁOWA [1984] wartości wilgotności dla optymalnej stymulacji procesu mineralizacji są różne i zależą od składu botanicznego roślinności, z której te gleby się wytworzyły i od stopnia rozkładu torfu. Dla słabo rozłożonego torfu mszystego optymalna wilgotność wynosi 89%, a dla torfu turzycowego 80% pełnej pojemności wodnej. Wraz ze zwiększeniem stopnia rozkładu torfu wartość optimum wilgotności dla rozwoju procesu mineralizacji maleje i w glebie będącej w wysokiej kulturze rolnej (wytworzonej z torfu trzcinowego) wynosi 65%.

JASNOWSKI I PAŁCZYŃSKI [1976] oceniają, że w krajobrazie pojeziornym w północnej części Polski przeważają torfowiska turzycowiskowe i szuwarowe, a w Polsce centralnej i południowej – olesowe (50–80% powierzchni torfowisk). W całej Polsce najmniejszy jest udział złóż mechowiskowych. Z pracy DEMBKA [2000] wynika, że w młodo- i staroglacjalnych krajobrazach Polski wschodniej udział złóż jest następujący: olesowe 38%, szuwarowe 21%, turzycowiskowe 31% i mechowiskowe 10%. Na tej podstawie można oczekiwać, że ponad 70% torfowisk niskich w Polsce należy do gleb kompleksów BC, C i CD (wytworzonych

z torfów olesowych, szuwarowych i częściowo z turzycowiskowych), mniej podatnych na mineralizację. Poprzez zahamowanie mineralizacji gleb kompleksów BC, C i CD przez czynnik wodny i poddanie renaturalizacji gleb kompleksów A, AB i B możliwe byłoby w skali kraju osiągnięcie równowagi przychodów i rozchodów masy organicznej. W praktyce, w skali całych obiektów produkcyjnych, osiągnięcie wysokich poziomów wody byłoby trudne. Ograniczenie tempa mineralizacji do $0,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ średnio umożliwiłoby użytkowanie produkcyjne około 50% powierzchni torfowisk. Renaturalizacja torfowisk o glebach należących do kompleksów A, AB i B jest bardzo korzystna ze względów ekologicznych. Tam są największe szanse odtworzenia otwartych przestrzeni turzycowisk i mechowisk. Pewne partie tych torfowisk, szczególnie głębokich, miąższości kilku metrów, można by użytkować produkcyjnie, przynajmniej do czasu zużycia się istniejących budowli melioracyjnych. W takim przypadku nierównowaga bilansowa nie powodowałaby znaczącego zmniejszenia powierzchni torfowisk.

Do zapobiegania mineralizacji niezbędne są nawodnienia podsiąkowe, które podwyższałyby poziom wody gruntowej w lecie, zapobiegając występującemu wówczas znacznemu wydzielaniu się dwutlenku węgla.

Badania w tym zakresie prowadzone są na obiekcie Wir w dolinie Wiązownicy, dopływu Radomki. W 2002 r., charakteryzującym się dużym niedoborem opadu, prowadzono proekologiczne gospodarowanie wodą polegające na stosowaniu nawodnień podsiąkiem stałym wodą podawaną z rzeki, na ograniczeniu zrzutów wody i retencjonowaniu wody z roztopów i opadów. Zimą 2001–2002 poziom wody w rowach utrzymywano na głębokości mniejszej od 0,8 m od powierzchni terenu, a już 22 marca piętrzenie na zastawkach podniesiono do 0,6 m od powierzchni terenu, a od rozpoczęcia nawodnienia, tj. od 26 kwietnia, zastawki pozostawały przez dalszą część okresu wegetacyjnego zamknięte na wysokość 0,4–0,5 m licząc od powierzchni terenu. Nawadniano wodą z rzeki w okresach pierwszego (26.04–29.05) i drugiego odrostu (9.07–9.08 i 23.08–12.09). Istotną przeszkodą w prowadzeniu nawodnień były podtopienia niewielkich obniżen terenowych przy jazie i wzdłuż doprowadzalnika, które wywoływały ingerencję rolników w prowadzenie nawodnień, a nawet niszczenie urządzeń. Na glebie wytworzonej z torfu olesowego, o miąższości około 0,7 m zalegającego na piasku luźnym i o średniej gęstości objętościowej $0,35\text{--}0,39 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (kompleks wilgotnościowo-glebowy okresowo suchy CD) średnia głębokość zalegania zwierciadła wody gruntowej w ciągu okresu wegetacyjnego wyniosła 45 cm, podczas gdy na obszarze nienawadnianym 85 cm (rys. 2). Pomiary niwelacyjne w 2000 i 2003 r. rzędnych powierzchni terenu w 20 ustalonych punktach gleb organicznych nawadnianych nie wykazały obniżania się powierzchni. Wielkość plonu z I i II odrostu runi łąkowej określano metodą próbnych ukosów na poletkach o powierzchni 20 m^2 w 4 powtórzeniach. Plon zielonej masy przeliczano na siano mnożąc go przez współczynnik 0,25. Na łąkach nawadnianych nawożonych uzyskano średni plon $8,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a nienawożonych $4,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, podczas gdy na nienawadnianych – odpowiednio $4,2$ i $2,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ siana.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W użytkowaniu produkcyjnym torfowisk istotnym problemem jest zachowanie zasobów glebowych. Badania wykazały, że istnieje prosta zależność między głębokością odwodnienia a mineralizacją. Intensywna gospodarka łąkowa z jednoczesnym zahamowaniem ubytku masy torfu za pomocą nawodnień jest możliwa w glebach kompleksu C i suchszych. W glebach kompleksu BC zahamowanie mineralizacji podczas prowadzenia ekstensywnej gospodarki jest możliwe w warunkach wysokich stanów wody gruntowej. Na glebach kompleksów A, AB i B obu tych wymogów nie daje się pogodzić

Ograniczenie osiadania i mineralizacji wymaga aktywnej gospodarki wodnej. Nie wystarczy zaniechanie pogłębiania rowów. Powinien jeszcze funkcjonować sprawny system nawadniający. Systemem nawadniającym, odpowiednim pod względem proekologicznym, jest podsiąk stały, który umożliwia oszczędne wykorzystanie podawanej wody, ograniczenie zrzutów oraz wykorzystanie wody z roztopów i opadów. Podsiąk stały jest prostszy i tańszy w użytkowaniu niż podsiąk zmienny, a sieć melioracyjna może być płytsza i rzadsza. Ponadto jak wykazują doświadczenia w lizymetrach lub ściśle i w warunkach produkcyjnych, możliwe jest również uzyskiwanie dużych plonów.

Prace melioracyjne na torfowiskach powinny być prowadzone pod hasłem: nawodnienie torfowisk. W ich projektach powinny być dokładnie określone: potrzeby wodne, niezbędne dopływy wody, harmonogramy nawodnień, organizacja i skład służby eksploatacyjnej, wyposażenie w urządzenia kontrolno-pomiarowe oraz harmonogramy prac eksploatacyjnych (użytkowania i obsługiwanie).

Działania w zakresie proekologicznego rozwoju wsi i rolnictwa muszą opierać się na sprawnie działającej organizacji gospodarki wodnej na obszarach rolniczych. Doskonalenie gospodarki wodnej musi bazować na rygorystycznym kontrolowaniu położenia poziomu wody gruntowej. Szczególnie istotne powinno być uaktywnienie działalności spółek wodnych będących organizacjami rolników zrzeszających się w celu wspólnego użytkowania i obsługiwanie budowli melioracyjnych stanowiących ich indywidualną własność. Spółki powinny stanowić silny aparat administracyjny i wykonawczy w zakresie prowadzenia nawodnień. Nakłady na eksploatację, pochodzące ze składek rolników, są niewystarczające do prowadzenia działalności proekologicznej. Niezbędne są dotacje uzależnione od utrzymania właściwej głębokości zwierciadła wody gruntowej. W celu pobudzenia działalności proekologicznej w rolnictwie niezbędne są instrumenty ekonomiczne. Mogą to być ulgi podatkowe, kredyty, dotacje do inwestycji nawadniających i działalności spółek wodnych. Inaczej w sytuacji niewielkich zwyżek plonów (niekiedy ich spadków), oraz utrudnień w mechanizacji prac i wypasie, rolnicy nie są i nie będą zainteresowani ponoszeniem wydatków na nawodnienia.

LITERATURA

- BAMBALOV N. N., 1984. Balans organicznego veščestva torfjanych počv i metody ego izučeniija. Minsk: Nauka i Technika ss. 176.
- CHRZANOWSKI S., KACA E., 2001. The effect of land use on physical and water properties of peat-moorsh soils. *J. Water Land Develop.* no 5 s. 27–43.
- CHRZANOWSKI S., SZUNIEWICZ J., 2002. Zanikanie gleb organicznych na intensywnie zmeliorowanym torfowisku w rejonie Biebrzy. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 2 z. 2(5) s. 129–137.
- DEMBEK W., PIÓRKOWSKI H., RYCHARSKI M., 2000. Mokradła na tle regionalizacji fizycznogeograficznej Polski. *Bibl. Wiad. IMUZ* 97 ss. 135.
- DEMBEK W., 2000. Wybrane aspekty różnicowania torfowisk w młodo- i starogłacialnych krajobrazach Polski wschodniej. *Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ* ss. 175.
- GOTKIEWICZ J., 1990. Wpływ zróżnicowanego uwilgotnienia na intensywność przemian biologicznych i plonowanie łąki na glebie torfowej. *Wiad. IMUZ* t. 16 z. 3 s. 239–253.
- GOTKIEWICZ J., KOWALCZYK Z., OKRUSZKO H., 1975. Przebieg mineralizacji związków azotu i węgla w podstawowych rodzajach murszów torfowych o zróżnicowanych stosunkach powietrzno-wodnych. *Rocz. Nauk Rol. Ser. F* t. 79 z. 1 s. 131–150.
- JANKOWSKA-HUFLEJT H., ZASTAWNY J., OKULARCZYK S., 2002. Gospodarowanie na użytkach zielonych jako wskaźnik rozwoju rolnictwa w Polsce. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 2 z. 1(4) s. 11–28.
- JASNOWSKI M., PALCZYŃSKI A., 1976. Peats and peat deposits in Poland. W: *Peatlands and their utilization in Poland. V IPC Poznań 20–26 sep. 1976.* Warszawa: WCT NOT s. 36–50.
- JURCZUK S., 1974. Differenzierung der Wirkungseffekte des Meliorationssystems je nach der Art von organogenen Böden. Internationales Symposium zu Problemen der Wasserregulierung auf Niedermoor 29–31 Mai 1974, Eberswalde, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR Berlin s. 104–127.
- JURCZUK S., 2000. Wpływ regulacji stosunków wodnych na osiadanie i mineralizację gleb organicznych. *Bibl. Wiad. IMUZ* 96 ss. 120.
- KOWALCZYK Z., 1973. Badania procesów rozkładu substancji węglowych gleb torfowych o różnym stopniu zmurszenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 146 s. 139–162.
- ŁABĘDZKI L., 1997. Potrzeby nawadniania użytków zielonych – uwarunkowania przyrodnicze i prognozowanie. *Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ* ss. 120.
- MUNDEL G., 1976. Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren. *Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde.* H. 10 s. 669–679.
- OKRUSZKO H., 1967. Kształtowanie się warunków glebowych na zmeliorowanych torfowiskach. *Zesz. Probl. Nauk Rol.* z. 72 s. 13–27.
- OKRUSZKO H., 1976. Wpływ melioracji wodnych na gleby organiczne w warunkach Polski. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 177 s. 159–204.
- OKRUSZKO H., 1986. Zasady określania rodzaju oraz potencjału produkcyjnego hydrogenicznych gleb łąkowych. *Mater. Instr.* 51. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 52.
- OKRUSZKO H., 1997. Uwarunkowania przeobrażeń związków azotowych w glebach organogenicznych w kontekście eutrofizacji wody. W: *Woda jako czynnik warunkujący wielofunkcyjny i zrównoważony rozwój wsi i rolnictwa.* Mater. Semin. 39 Falenty: Wydaw. IMUZ s. 269–275.
- OSTROMĘCKI J., 1960. Odwodnienia w melioracjach użytków zielonych. *Wiad. IMUZ* t. 2 z. 1 ss. 163.
- OSTROMĘCKI J., 1973. Podstawy melioracji nawadniających. Warszawa: PWN ss. 450.
- ROGUSKI W., JAROS H., GABRYCH K., KASPERSKA W., 1993. Wpływ długotrwałego podtopienia na plonowanie łąk. *Wiad. IMUZ* t. 17 z. 4 s. 123–135.
- SZUNIEWICZ J., 1979. Charakterystyka kompleksów wilgotnościowo-glebowych pod kątem parametrów systemu melioracyjnego. W: *Kompleksy wilgotnościowo-glebowe w siedliskach hydroge-*

- nicznych i ich interpretacja przy projektowaniu melioracji i zagospodarowania. *Bibl. Wiad. IMUZ* 58 s. 29–50.
- SZUNIEWICZ J., CHURSKA Cz., CHURSKI T., 1992. Potencjalne hydrogeniczne siedliska wilgotnościowe i ich zróżnicowanie pod względem zapasów wody użytecznej. W: *Hydrogeniczne siedliska wilgotnościowe. Bibl. Wiad. IMUZ* 79 s. 69–93.
- TOLONEN K., VASANDER H., DAMMAN A.W.H., CLYMO R.S., 1992. Rate of apparent and true carbon accumulation in boreal peatlands. *Proc. 9th Int. Peat Congr. Uppsala*, vol. 1 s. 319–333.
- TURONEN J., TOLONEN K., 1996. Rate of carbon accumulation in boreal peatland and climate change. W: *Global peat resources. Red. E. Lappalainen. IPS Finland* s. 21–28.
- WAYDBRINK V. D., W., 1974. Über Beziehungen zwischen Grundwasserstand, Stickstoffdüngung und dem Ertrag auf den Niedermoorstandorten in der Deutschen Demokratischen Republik. *Internationales Symposium zu Problemen der Wasserregulierung auf Niedermoor 29–31 Mai 1974, Eberswalde, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR Berlin* s. 314–328.
- ZAKASZEWSKI Cz., 1956. *Melioracje rolne. t. 2. Warszawa: PWRiL* ss. 352.
- ŻUREK S., 1976. The problem of growth of the Eurasia peatlands in the holocene. *Proc. 5th Int. Peat Congr. Poznań v. 2* s. 99–122.
- ŻUREK S., 1986. Szybkość akumulacji torfu i gytii w profilach torfowisk i jezior Polski (na podstawie danych ¹⁴C). *Przeg. Geogr. t. 58 z. 3* s. 459–477.

Sergiusz JURCZUK

WATER CONDITIONS RESTRICTING LOSSES OF ORGANIC MATTER IN MEADOWS ON PEAT-MOORSH SOILS

Key words: agricultural use of peatlands, environmental protection, mineralization of peat, subsoil capillary irrigation

S u m m a r y

Water conditions that enable growth of meadow vegetation and restrict degradation of peat-moorsh soils have been estimated upon own studies and literature data. Optimum for plants ground water table depth has been compared with seasonal mean depth that would counteract organic matter losses from soils. Restriction of mineralization and fulfilment of minimum and optimum air requirements of plants was found possible in the C and CD complexes. It is possible to restrict mineralization in soils of the BC complex providing ground water table depth lower than the minimum allowable for plants and thus the yields lower than the maximum possible.

The least useful for agriculture are soils of the A, AB and B complexes since they require remarkable lowering of the ground water depth which would result in peat mineralization.

Therefore, the appropriate irrigation system in view of environmental protection seems to be subsoil capillary irrigation. Application of this system in a dry year in soil of the CD complex in the Wir object resulted in an increase of yields by 73–107 %.

Economic instruments like tax relief, credits, subsidies for water associations etc are necessary to motivate environmental friendly farmers' activity. Small rises and sometimes even declines of yields would not incline the farmers to spend money on irrigation.

Recenzenci:

doc. dr hab. Jan Gawlik

prof. dr hab. Sławomir Żurek

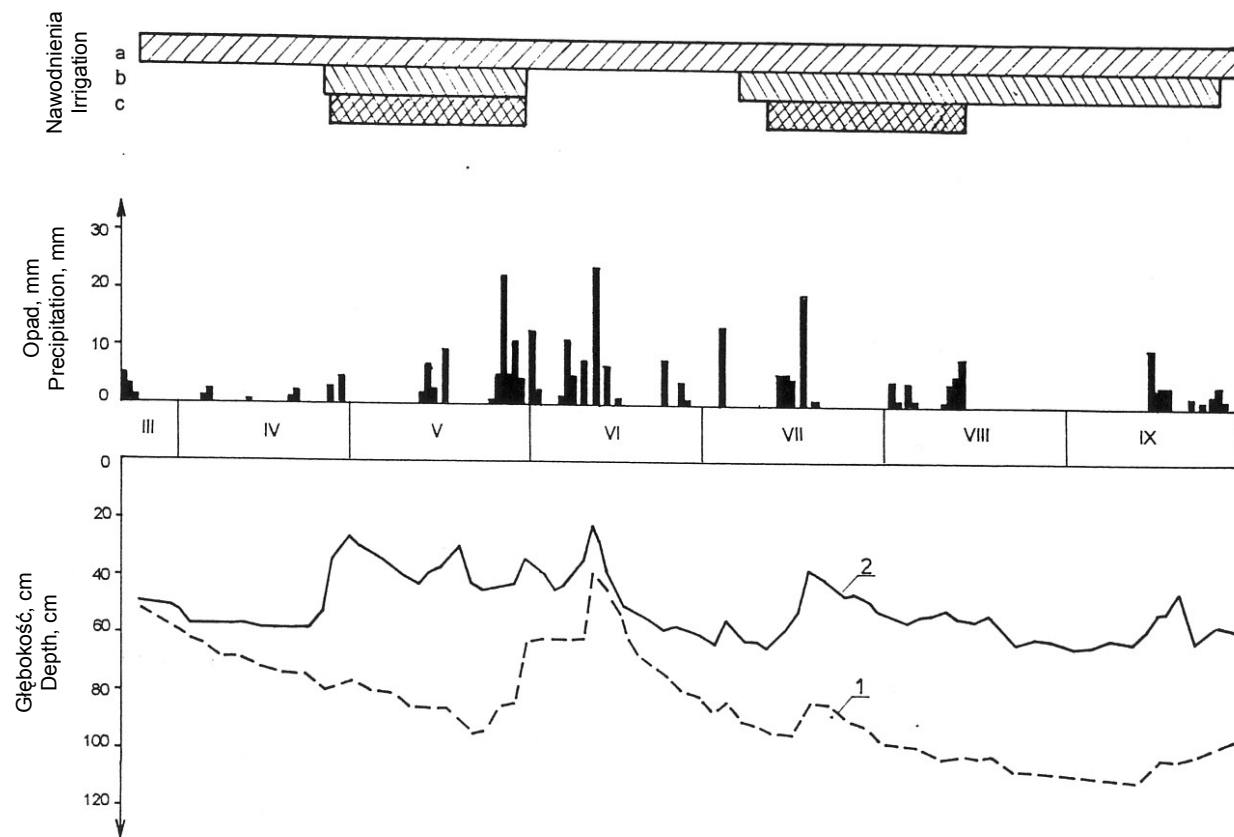
Praca wpłynęła do Redakcji 15.01.2004 r.

Tabela 1. Parametry środowiska glebowego w badanych stanowiskach Pobrzeża Południowobałtyckiego i w dolinie Narwi

Table 1. Soil parameters in studied sites of the South Baltic Coastland and in the Narew valley

Stanowisko Site	Miąszość wyjściowa złoza Deposit thickness m	Rodzaj torfu Type of peat	Rodzaj gleby Type of soil	Kompleks wilgotnościowo- -glebowy Soil-moisture complex	Gęstość objętościowa początkowa Initial bulk density g·cm ⁻³	Głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej ¹⁾ Ground water table depth cm
Grabówka	2,75	mechowiskowy moss	MtIIba	B	0,116	44
Stepnica	1,97	turzycowiskowy na olesowym sedge on alder	MtIIcb	BC	0,152	52
Stary Borek	3,18	olesowy alder	MtIIcc	C	0,222	65
Góra A	0,75	turzycowiskowy na olesowym sedge on alder	MtIb4	C	0,177	64
Góra B	0,44	turzycowiskowy sedge	MtIb2	C	0,165	65
Góra C	1,50	turzycowiskowy na szuwarowym sedge on rushes	MtIbc	BC	0,148	50

¹⁾ Średnia wieloletnia w okresie wegetacji. ¹⁾ Long-term seasonal mean.



Rys. 2. Okresy nawodnień, opady i głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej na obiekcie Wir w 2002 r. w glebie torfowo-murszowej: 1 – nawadnianej, 2 – nienawadnianej. Nawodnienia: a – piętrzenie wody własnej w rowach, b – piętrzenie wody w rzece, c – podawanie wody z zewnątrz

Fig. 2. Periods of irrigation, precipitation and the depth of ground water table in a peat-moorsh soil in the Wir object in 2002: 1 – irrigated soil, 2 – non-irrigated soil. Irrigation by: a – water lifting in ditches, b – water lifting in the river, c – delivery of water from outside

