

Leszek ŁABĘDZKI

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Wielkopolsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy

Institute for Land Reclamation and Grassland Farming, Regional Research Centre in Bydgoszcz

Analiza występowania suszy glebowej w dolinie Noteci na podstawie eksperymentu komputerowego

Analysis of soil drought occurrence in the Noteć River valley on the basis of computer experiment

Słowa kluczowe: susza glebowa, gleby organiczne, dolina rzeczna

Key words: soil drought, organic soils, river valley

Wprowadzenie

Gleby hydrogeniczne zbudowane z utworów organicznych, głównie torfowe, położone w dolinach rzecznych, stanowią naturalne zasoby przyrodnicze o dużej wartości. Zdecydowana większość systemów melioracyjnych siedlisk łąkowych w dolinach rzecznych działa jednokierunkowo, odwadniając doliny niezależnie od ich aktualnego stanu uwilgotnienia. W ostatnich latach zaprzestano eksploatacji znacznej części tych systemów melioracyjnych, które działają dwukierunkowo – odwadniająco-nawadniająco. Zaniechanie działań przerywających lub hamujących proces osuszenia dolin doprowadziło do wielu nieodwracalnych zmian w środowisku,

takich jak: degradacja i zanikanie gleb organicznych w wyniku procesów mineralizacji, degradacja ekosystemów łąkowych i wodnych, zmiany w reżimie hydrologicznym oraz w procesach obiegu wody i substancji w środowisku.

Następstwem zmniejszonego w ostatnich latach zainteresowania produkcją na użytkach zielonych jest zamiana intensywnego użytkowania łąkowego z trzema pokosami rocznie na dwukosne użytkowanie w warunkach stosowania niskiego nawożenia. Jednocześnie obserwuje się brak należytej eksploatacji i konserwacji systemów melioracyjnych, co odbija się na braku kontroli odprowadzania wody siecią odwadniającą i możliwością doprowadzenia wody do nawodnień. Na obszarach rolniczo użytkowanych dolin rzecznych w warunkach złego funkcjonowania systemów melioracyjnych nie jest możliwa regulacja odpływu, a w procesie nawadniania – doprowadzenie wody

i jej efektywne wykorzystanie. Pojawiają się problemy nadmiernego przesuszenia terenu lub problemy wtórnych zabagnień.

Jednym z celów eksploatacji dolinowych systemów melioracyjnych jest przeciwdziałanie przesuszaniu dolinowych siedlisk łąkowych w procesie nawadniania. W obecnej sytuacji zaniechania lub znacznego ograniczenia eksploatacji tych systemów wyjściem jest stosowanie przez rolników do nawodnień terenów łąkowo-pastwiskowych prostych technik podpiętrzania wody w istniejących na ich terenach rowach melioracyjnych przez zamykanie zastawek, mających na celu hamowanie niekontrolowanego odpływu wody na wiosnę i po dużych opadach. Idea stymulowania nawodnień wykonywanych przez rolników metodą hamowanego (regulowanego) odpływu, przy wykorzystaniu różnego rodzaju dotacji, jest znana i wdrażana z powodzeniem w krajach Europy Zachodniej, jak również w Polsce w dolinie Noteci.

Stosowanie metody hamowanego (regulowanego) odpływu oraz jego wpływ na stosunki wodne w dolinie rzecznej były przedmiotem wielu badań (Chrzanowki i in. 1994, Nyc i in. 1998, Chrzanowki 2000, Nyc i Pokładek 2001a, b, Kostrzewa i in. 2001). Wskazują one na korzystny efekt tej metody gospodarowania wodą w dolinowych systemach melioracyjnych w postaci ograniczenia czasów trwania suszy glebowej, przeciwdziałania degradacji gleb torfowo-murszowych oraz efektywnego wykorzystania wody pochodzącej z opadów atmosferycznych.

Jednym z najważniejszych problemów związanych z ograniczaniem prze-

suszenia gleb hydrogenicznych w dolinach rzek jest wpływ stosowania hamowanego odpływu wody i głębokości odwodnienia na wiosnę i po dużych opadach na przebieg uwilgotnienia gleby i występowanie suszy glebowej. Celem pracy jest analiza okresów występowania suszy glebowej w hydrogenicznym siedlisku łąkowym w dolinie górnej Noteci w warunkach stosowania regulowanej głębokości odwodnienia na wiosnę.

Materiał i metody

Cel pracy zrealizowano, opierając się na analizie wyników eksperymentu komputerowego z wykorzystaniem modelowania matematycznego i wieloletnich ciągów danych meteorologicznych.

Eksperyment komputerowy przeprowadzono z wykorzystaniem modelu GROWAT (GROUNDWATER table depth) (Łabędzki 1997). Model ten oblicza maksymalne dopuszczalne (wymagane) głębokości wody gruntowej w kolejnych dniach okresu wegetacji użytków zielonych na podstawie wieloletnich ciągów rzeczywistych danych meteorologicznych. Model bazuje na teorii ustalonego ruchu wody glebowej. Maksymalna dopuszczalna głębokość wody gruntowej w funkcji wymaganego ciśnienia ssącego gleby w strefie korzeniowej i wielkości zasilania strefy korzeniowej drogą podsiąku kapilarnego z wody gruntowej obliczana jest z wykorzystaniem teorii ruchu ustalonego wody glebowej w strefie aeracji (Brandyk 1990, Łabędzki 1997). Metoda ta polega na całkowaniu równania ruchu wody glebowej w warunkach jednowy-

miarowego pionowego przepływu ustalonego opisanego prawem Darcy'ego.

Obliczana wymagana głębokość wody gruntowej zapewnia podsiąk kapilarny do strefy korzeniowej równoważący niedobór opadu w stosunku do ewapotranspiracji po wyczerpaniu wody glebowej łatwo dostępnej dla roślin (efektywnej retencji użytecznej), kiedy wilgotność gleby jest mniejsza od krytycznej ($pF = 2,7-3,0$). Gdy zapas wody mieści się w zakresie efektywnej retencji użytecznej, zakłada się gospodarowanie wodą bez udziału wody gruntowej.

Symulację przeprowadzono dla 4 wariantów głębokości położenia zwierciadła wody gruntowej na wiosnę, zakładając, że w dniu 1 kwietnia zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości: 0, 25, 40 (optymalny) i 70 cm. Odpowiada to zapasom wody glebowej na wiosnę w warstwie korzeniowej (0–30 cm) w stanie połowej pojemności wodnej odpowiednio 252, 230, 209 i 196 mm. Symulację przeprowadzono dla wielolecia 1972–2001 na podstawie charakterystyki fizyczno-wodnej gleby torfowo-murszowej MtIIIbb, występującej w kompleksie Łąk Łabiszyńskich w dolinie górnej Noteci, wykorzystując dobowe wartości elementów meteorologicznych pomierzonych na stacji meteorologicznej Frydrychowo-IMUZ.

Obliczane w modelu zapotrzebowanie na wodę netto oznacza ilość wody, która powinna być dostarczona do strefy korzeniowej w czasie utrzymywania wody gruntowej na danym poziomie dla pokrycia potrzeb ewapotranspiracji w warunkach niewystarczającej ilości opadu. Przyjęto, że taka sytuacja wyznacza stan niedoboru wody glebowej i

wystąpienie suszy glebowej. Wyniki uzyskane z symulacji poddane zostały analizie, na podstawie której określono średnie terminy wystąpienia i średni czas trwania oraz częstotliwość występowania suszy glebowej.

Charakterystyka obiektu badawczego

Obiekt badawczy położony jest w odległości 15 km od Bydgoszczy, w otwartej, płaskiej dolinie górnej Noteci w kompleksie Łąk Łabiszyńskich, w bezpośrednim sąsiedztwie Kanału Górnonoteckiego. Dolina Noteci należy do obszarów kraju o najniższej rocznej sumie opadów atmosferycznych. Występują tu długotrwałe okresy bezopadowe oraz niekorzystny rozkład opadów w czasie (Kasperska-Wołowicz i in. 2003). Dolina ta leży w strefie niskich opadów atmosferycznych o dużej zmienności. Występują tu zarówno lata suche, jak i wilgotne. Długotrwałe okresy bezopadowe lub z bardzo niskimi opadami w połączeniu z intensywnym parowaniem występują na tym obszarze najczęściej w okresie wiosennym i letnim. Obserwuje się również długotrwałe okresy posuszne, przedzielone niewielkimi opadami atmosferycznymi. Średnia roczna temperatura powietrza w okresie 1973–1995 wyniosła $7,6^{\circ}\text{C}$, a w okresie wegetacyjnym (IV–IX) – $13,6^{\circ}\text{C}$. Średnia roczna suma opadów z wielolecia 1973–1995 wyniosła 439 mm, w tym w sezonie wegetacyjnym (IV–IX) – 285 mm. Duże różnice temperatury i opadu przy różnym poziomie prawdopodobieństwa w poszczególnych miesiącach i w okresie wegetacyjnym (IV–IX) świadczą

o dużej zmienności warunków meteorologicznych. Pogodę w omawianym rejonie cechują częste zmiany temperatury, duża zmienność opadu oraz pozostałych elementów meteorologicznych.

Łąki na tym obszarze są zmeliorowane, użytkowane łącznie. Występują tu gleby torfowo-murszowe silnie i średnio zmurszałe. Siedlisko łąkowe, w którym prowadzono badania, jest zasilane wodami gruntowymi z Kanału Górnonoteckiego oraz systemem rowów w czasie prowadzenia nawodnień podsiąkowych. W ostatnich latach zaprzestano eksploatacji systemów nawadniająco-odwadniających. Nie prowadzono kontrolowanych nawodnień, jak również utrudnione było odwodnienie siedliska na wiosnę i po dużych opadach z powodu braku konserwacji rowów i kanałów. Wiosną i w czasie nawodnień poziom wody gruntowej podnosi się do 40–50 cm od powierzchni. W okresie suchym woda gruntowa spada na głębokość 90–100 cm. Silne zmurszenie gleby powoduje w okresie posuchy atmosferycznej przesychnienie poziomu darniowego do wilgotności niedostępnej dla traw, gdy lustro wody gruntowej utrzymuje się na głębokości około 60–80 cm. Zostaje wtedy przerwany podsiąg kapilarny z poziomu wody gruntowej. W tym czasie widać spękanie gleby i wyraźne zahamowanie przyrostu traw. W takich okresach wskazane jest stosowanie nawodnień podsiąkowych w celu podniesienia lustra wody gruntowej bądź nawodnień powierzchniowych.

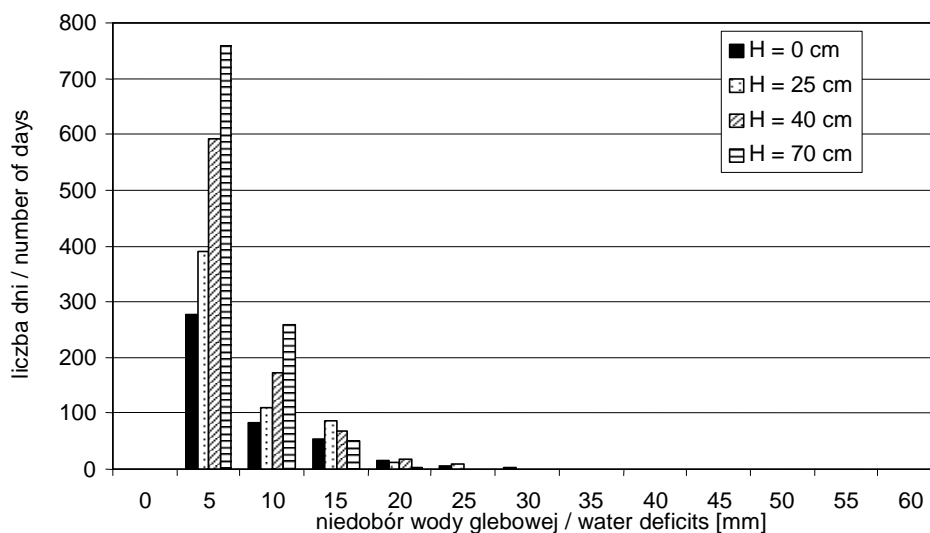
Siedlisko, w którym prowadzono badania, sklasyfikowano według metodyki Okruszki (1992), podziału siedlisk hydrogenicznych oraz według metodyki

Oświta (1992) na podstawie charakterystycznych dla warunków wodnych gatunków roślin łąkowych. Według metodyki Okruszki, jest to siedlisko podsiąkowe posuszne PC. Według metodyki Oświta, gatunki roślin występujące w tym siedlisku są charakterystyczne dla siedlisk suchych okresowo silnie nawilżanych B3 i świeżych C1.

Wyniki eksperymentu komputerowego

Dla każdego analizowanego roku w wieloleciu 1972–2001 wyniki uzyskane z symulacji poddane zostały analizie, w której wyniku określono średnie w wieloleciu terminy wystąpienia i czasy trwania niedoboru wody glebowej (okresów suszy glebowej) (rys. 1, tab. 1). Biorąc pod uwagę założenia modelu GROWAT, jego strukturę oraz zastosowane równania matematyczne, uzyskane wyniki symulacji i analizy statystycznej reprezentują warunki likwidacji niedoboru wody glebowej przez podniesienie lustra wody gruntowej do poziomu minimalnego dopuszczalnego (maksymalnej dopuszczalnej głębokości określanej również jako norma odwodnienia). Oznacza to, że w dniu, w którym wystąpił spadek wilgotności gleby poniżej krytycznej, podniesienie lustra wody gruntowej zwiększa wilgotność gleby do minimalnej dopuszczalnej (krytycznej), która jest wilgotnością wyjściową w następnym dniu symulacji.

W wyniku analizy statystycznej wieloletnich wyników symulacji, dla analizowanych głębokości odwodnień roztopowych i odpowiadających im



RYSUNEK 1. Łączny czas trwania niedoborów wody w glebie torfowo-murszowej w różnych wariantach odwodnienia wiosennego (H) w dolinie Noteci w latach 1972–2001
 FIGURE 1. Cumulative duration of water deficits in the peat-muck soil in the different variants of groundwater lowering in spring (H) in the Noteć River valley in 1972–2001

TABELA 1. Charakterystyki występowania suszy w glebie torfowo-murszowej w dolinie Noteci w latach 1972–2001
 TABLE 1. Characteristics of drought in the peat-muck soil in the Noteć River valley in the years 1972–2001

Wariant odwodnienia wiosennego Variant of groundwater lowering in spring	Średni czas trwania suszy glebowej w okresie wegetacji [dni] Mean duration of soil drought in the vegetation period [days]	Liczba lat wystąpienia suszy glebowej Number of years with soil drought	Średnia data wystąpienia suszy glebowej Mean date of drought appearance
$H = 0$ cm	15	18	5 czerwca
$H = 25$ cm	20	22	1 czerwca
$H = 40$ cm	28	27	27 maja
$H = 70$ cm	36	29	29 maja

wartości zapasu wody glebowej, stwierdzono w 30-letnim okresie kwiecień – wrzesień:

- prawie trzykrotnie dłuższy łączny okres (liczony w dniach) występowania suszy glebowej w warunkach głębokiego odwodnienia wiosennego na głębokość 70 cm w stosunku do minimalnego odwodnienia wiosennego,
- średni początek wystąpienia suszy glebowej wcześniejszy o 3 tygodnie w warunkach głębokiego odwodnienia wiosennego na głębokość 70 cm w stosunku do minimalnego odwodnienia wiosennego,
- wystąpienie suszy glebowej co 1,6 lat przy minimalnym odwodnieniu wiosennym i co roku przy głębokim odwodnieniu,
- zdecydowaną przewagę występowania niewielkich niedoborów wody glebowej w przedziale < 5 mm,
- zdecydowaną przewagę występowania niedoborów wody glebowej przy głębokim odwodnieniu wiosennym w zakresie niedoborów mniejszych niż 10 mm.

Podsumowanie

Wyniki badań komputerowych wykazały, że regulowanie głębokości odwodnienia wiosennego siedlisk gleb organicznych w dolinie rzecznej metodą hamowanego (regulowanego) odpływu wpływa na częstotliwość, czas trwania i termin pojawienia się suszy glebowej. Stosowanie minimalnego odwodnienia, uzyskiwanego tanimi metodami hamowania odpływu z rowów melioracyjnych,

wyrażnie zmniejsza prawdopodobieństwo przesuszenia gleby i siedliska.

Niegłębokie odwodnienie i regulowany odpływ pozwalają na utrzymanie w meliorowanych siedliskach gleb hydrogenicznych dużych zapasów wody glebowej, które nawet w latach suchych pokrywają niedobór opadów dla trwałych użytków zielonych, nie powodując nadmiernego przesuszenia gleb, ich degradacji oraz chroniąc ekosystemy doliny rzecznej. Ma to istotne znaczenie w przypadku siedlisk charakteryzujących się dużym prawdopodobieństwem wystąpienia nawet krótkotrwałej suszy glebowej, tj. siedlisk charakteryzujących się słabym podsiąkiem kapilarnym i małą efektywną retencją użyteczną.

Uzyskane wyniki mogą być przydatne przy opracowywaniu operacyjnych działań eksploatacyjnych w warunkach możliwości stosowania hamowanego odpływu w systemach melioracyjnych, mających na celu efektywne wykorzystanie retencji wodnej gleb łąkowych, ograniczenie czasu trwania suszy glebowej oraz przeciwdziałanie degradacji tych gleb w wyniku przesuszenia.

Literatura

- BRANDYK T. 1990: Podstawy regulowania uwilgotnienia gleb dolinowych. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.
- CHRZANOWSKI S. 2000: Gospodarka zapasami wody użytecznej gleb torfowo-murszowych siedlisk potencjalnie posusznych w warunkach topogenicznego zasilania. Rozprawa doktorska. Maszynopis. IMUZ, Falenty.
- CHRZANOWSKI S., KACA E., SZUNIEWICZ J. 1994: Retencyjność torfowiska i jej wykorzystanie w systemie nawodnień podsiąkowych.

- wych z regulowanych odpływem. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 246: 33–41.
- KASPERSKA-WOŁOWICZ W., ŁABĘDZKI L., BAŁ B. 2003: Okresy posuszne w rejonie Bydgoszczy. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie* 3, z. specj. 9: 39–56.
- KOSTRZEWA S., PŁYWACZYK A., PĘCZKOWSKI G. 2001: Zmiany zasobów wodnych w glebach zdrenowanych z regulowanym odpływem. *Przegląd Nauk. Wydz. Inż. i Kształ. Środ. SGGW* 22: 167–176.
- ŁABĘDZKI L. 1997: Potrzeby nawadniania użytków zielonych – uwarunkowania przyrodnicze i prognozowanie. Rozprawa habilitacyjna. IMUZ, Falenty.
- NYC K., POKŁADEK R. 2001a: Ekologiczne skutki gospodarowania wodą na użytkach rolnych przez regulowanie jej odpływu. *Przegląd Nauk. Wydz. Inż. i Kształ. Środ. SGGW* 22: 177–186.
- NYC K., POKŁADEK R. 2001b: Rola opadu w zmniejszaniu deficytu wody w warunkach regulowanego odpływu. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie* 1, 2 (2): 63–76.
- NYC K., POKŁADEK R., CZARNECKI A. 1998: Efekty stosowania regulowanego odpływu w ciekach melioracyjnych. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 458: 249–262.
- OKRUSZKO H. 1992: Siedliska hydrogeniczne, ich specyfika i zróżnicowanie. *Bibl. Wiad. IMUZ* 79: 5–14.
- OŚWIT J. 1992: Identyfikacja warunków wilgotnościowych w siedliskach łąkowych za pomocą wskaźników roślinnych (metoda fitoindykacji). *Bibl. Wiad. IMUZ* 79: 39–68.

Summary

Analysis of soil drought occurrence in the Noteć River valley on the basis of computer experiment. The effect of controlled run-off and groundwater lowering in spring on forming soil moisture and soil drought occurrence in the valley meadow site is evaluated in the paper. Using the 30-years historical meteorological data computer simulation was performed and statistical characteristics of droughts were determined. Positive effect of controlled run-off in spring by the minimum drainage on the course of soil moisture in the vegetation period has been shown. The results of computer simulation show that controlling groundwater table depth in the meadow site with organic soils in a river valley with the method of controlled run-off reduces frequency and duration of soil drought as well as delays the term of drought appearance.

Author's address:

Leszek Łabędzki
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych
w Falentach
Wielkopolsko-Pomorski Ośrodek Badawczy
w Bydgoszczy
85-174 Bydgoszcz, ul. Glinki 60
e-mail: imuzbyd@by.onet.pl