

Waldemar MIODUSZEWSKI, Alicja ŚLESICKA, Sergiusz JURCZUK

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty

Analiza dynamiki wód gruntowych na dolinowym obiekcie melioracyjnym

Wstęp

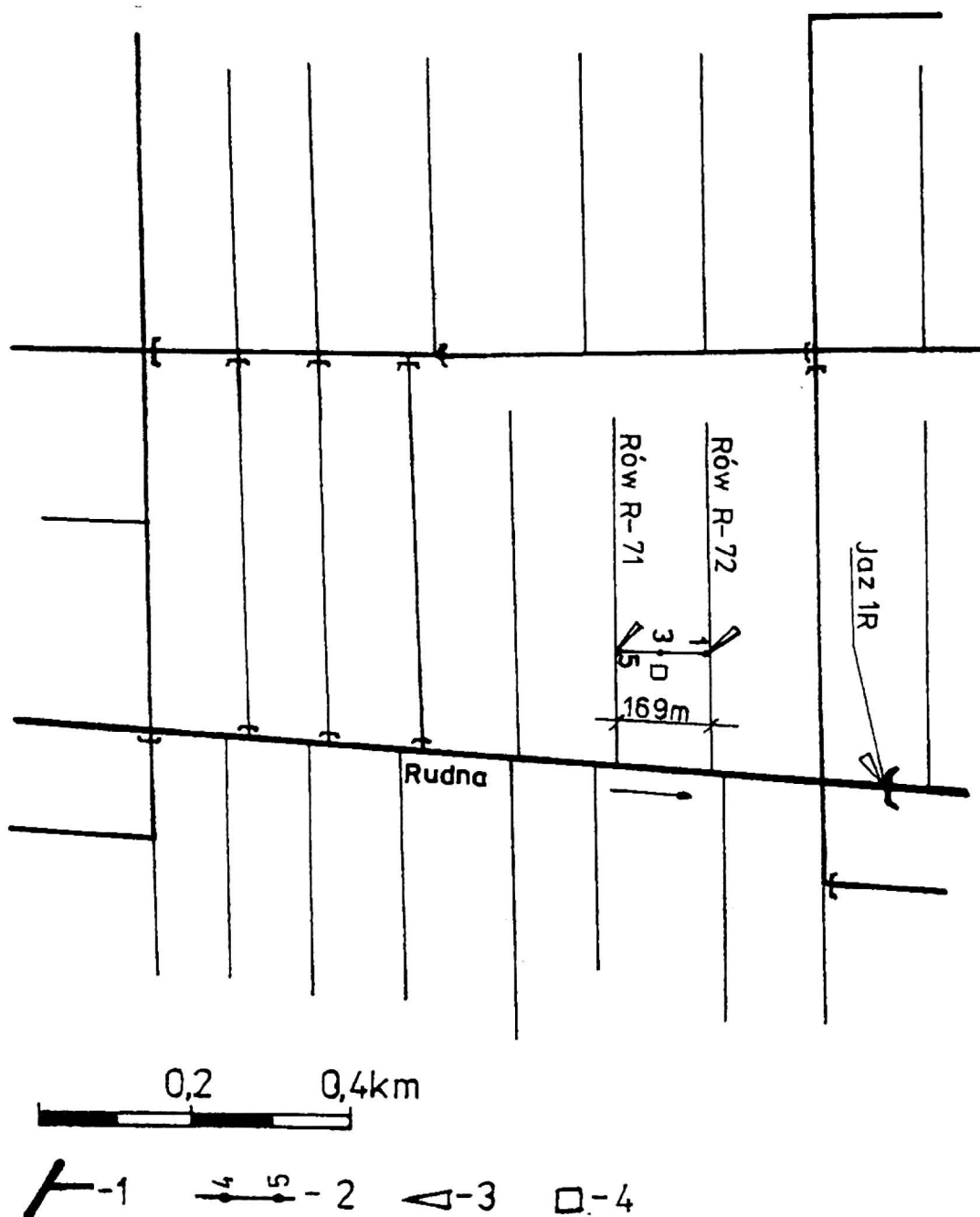
W Polsce wykonanych zostało wiele obiektów melioracyjnych w dolinach rzek z założeniem, że prowadzone tam będą nawodnienia podsiąkowe z wód doprowadzonych z rzeki. Takim obiektem z typową siecią rowów i budowli piętrzących jest obiekt Turośl. Po uregulowaniu rzeki i wykonaniu budowli piętrzących okazało się, że nie jest możliwe prowadzenie nawodnień podsiąkowych na całym planowanym do nawodnień obszarze użytków zielonych. Występują trudności w doprowadzeniu wody do dalej od rzeki położonych kwater, jak również zasoby wodne zlewni są zbyt małe dla pokrycia niedoborów wodnych w okresie wegetacyjnym.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań terenowych i obliczeń dynamiki wód gruntowych na wybranej kwaterze zlokalizowanej w centralnej części doliny. Celem badań było prześledzenie skuteczności prowadzonych nawodnień, przy różnych metodach rozrzędu wody.

Badania zmienności położenia wód gruntowych wykonane zostały w 1994 roku na kwaterze, którą nazwano „Ksebki”. Kwatera położona jest w dolinie rzeki Rudna powyżej jazu 1 R, jak przedstawiono to na rysunku 1. Wybór kwatery podyktowany był jej położeniem o nie-dużej odległości od jazu piętrzącego. Zakładano, że umożliwi to przeprowadzenie szczegółowej oceny wpływu (w tym z uwzględnieniem czasu) piętrzenia wody w rzece na układ wód gruntowych pomiędzy rowami szczegółowymi. W praktyce, ze względu na dużą bezwładność organizacyjną, nie było możliwości zrealizowania w pełni zakładanego planu badań. Niemniej jednak uzyskane wyniki wydają się interesujące i pozwalają na sformułowanie niektórych zasad związanych z eksploatacją dolinowych systemów melioracyjnych.

Opis badań terenowych

Kwatera „Ksebki” położona jest w części obiektu o glebach należących do kompleksu wilgotnościowo-glebowego



RYSUNEK 1. Lokalizacja punktów pomiarowych na kwaterze „Ksebkki”: 1 – rowy, 2 – piezometry, 3 – łąty wodowskazowe, 4 – poletko do oznaczeń wilgotności

suchego D. Na kwaterze występuje gleba murszasta, a jej profil zbudowany jest z 25 cm warstwy piasku próchniczego na grubej warstwie piasku luźnego. Miąższość warstwy przepuszczalnej dochodzi do 15,0 m, a średni współczynnik filtracji wynosi 5,0 m/dobę.

Na podstawie szczegółowego rozpoznania właściwości fizycznych i wod-

nych gleb ustalono dopuszczalne poziomy wód gruntowych:

$h_{\min} = h_1 = 20$ cm – minimalna okresowa dopuszczalna głębokość odwodnienia dla warunków ekstensywnej gospodarki (łąki koszone na siano), zapewniająca 6% powietrza w warstwie 0 – 30 cm.

$h_{\max} = h_3 = 50$ cm – maksymalna dopuszczalna głębokość odwodnienia,

przy której w okresie suszy atmosferycznej wilgotność warstwy 0 – 30 cm nie obniży się poniżej dolnego przedziału wody łatwo dostępnej.

Należy podkreślić, że przy glebach występujących w granicach badanej kwatery utrzymanie wysokich stanów wody ma bardzo istotne znaczenie na wielkość plonowania. Retencja wodna gleb jest bardzo mała i waha się dla kompleksu suchego D 50–60 mm, przy niedoborach wodnych użytków zielonych przekraczających w latach suchych 200 mm, a średnich dla wielolecia 103,1 mm.

Dla celów badawczych w 1993 roku zainstalowano w przekroju kwatery (pomiędzy dwoma rowami szczegółowymi) 3 piezometry. Prowadzono również pomiary poziomu wody w rowach szczegółowych oraz powyżej i poniżej jazu piętrzącego. Pomiary na wodowskazach oraz w piezometrach wykonywano codziennie w ciągu całego roku.

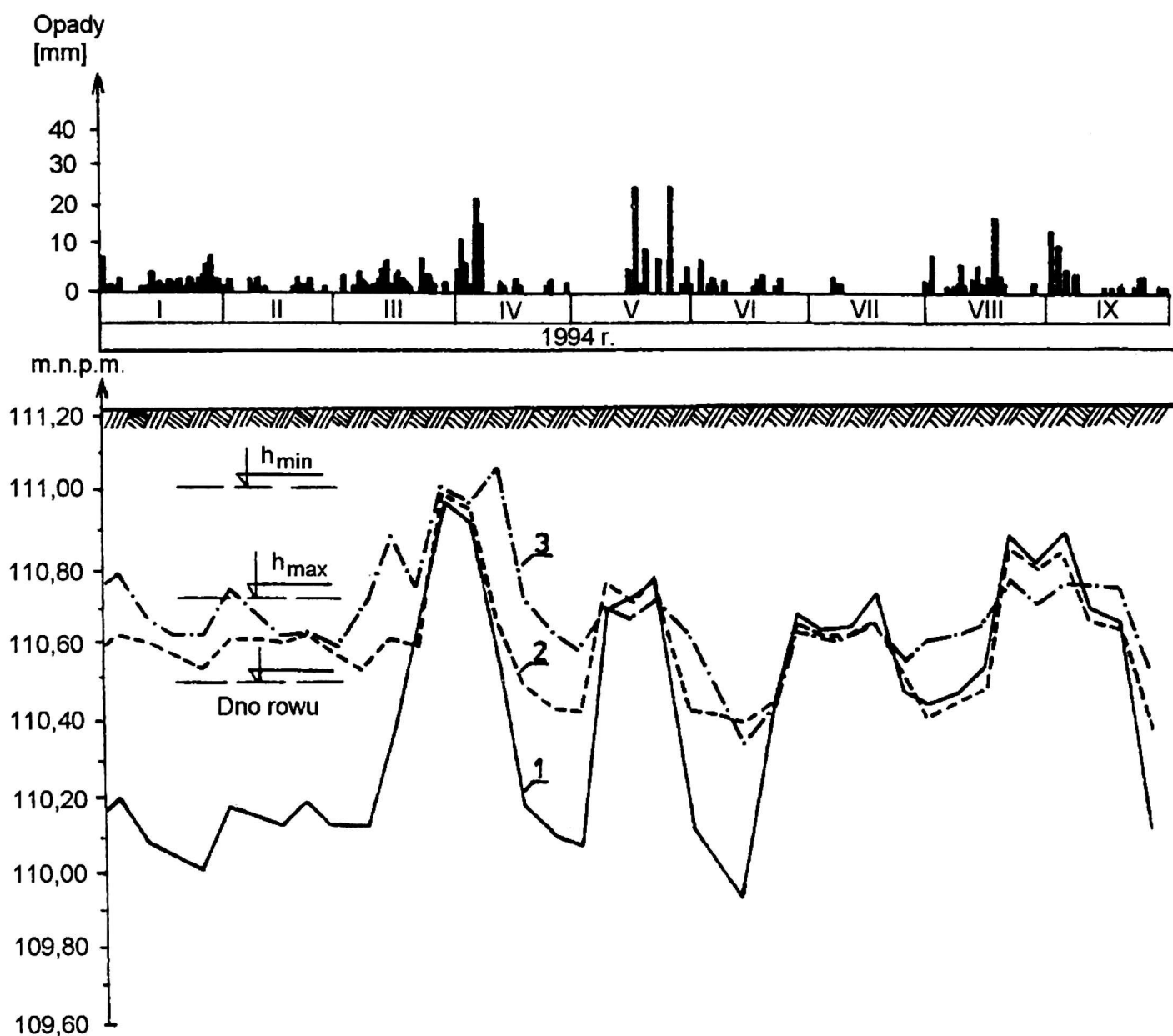
Na rysunku 2 przedstawiono wyniki pomiarów terenowych zmienności położenia wód powierzchniowych i gruntowych w czasie, a na rysunku 3 dla kilku wybranych terminów układ zwierciadła wód gruntowych w przekroju poprzecznym między dwoma rowami. W 1994 r. nawodnienia rozpoczęto pod koniec marca, lecz musiano je wiosną dwukrotnie przerwać ze względu na obfite opady. Przerwy te wydłużyły się ze względu na wykorzystanie przez rolników okresów niższych stanów wód gruntowych do przeprowadzenia prac agrotechnicznych (nawożenie i koszenie I pokosu). Piętrzenie wody na jazu powodowało znaczne podniesienie stanów wód bezpośrednio

powyżej jazu, lecz było niedostateczne dla nawodnienia całej wyżej położonej kwatery. Mimo spiętrzenia wody w jazu średnio 20 cm (a w obniżeniach 0 cm) od powierzchni terenu, przy spadku podłużnym doliny 0,4‰ i przy lokalnych deniwelacjach terenu dochodzących do 0,5 m, niektóre części kwatery nie były dostatecznie nawadniane.

Analiza przedstawionych wykresów wykazuje, że mimo prowadzenia nawodnień podsiąkowych (piętrzenie na jazu 1 R) zwierciadło wody w środku badanego łanu układa się bardzo nisko i często opada poniżej wielkości maksymalnej dopuszczalnej $h_{\max} = 0,5$ m, a nawet poniżej dna rowów.

Następnym interesującym spostrzeżeniem jest, że przez większą część okresu wegetacyjnego następuje odpływ wody z profilu glebowego do rowu, o czym świadczy układanie się zwierciadła wód gruntowych w piezometrze nr 3. Jest ono zazwyczaj wyższe niż w rowie. Jedynie w bardzo krótkich okresach podczas piętrzenia wody na jazu występował układ zwierciadła wód gruntowych typowy dla procesu nawodnień podsiąkowych. Spiętrzenie wody na okres kilku – kilkunastu dni powodowało nieznaczne podwyższenie poziomu wód gruntowych ponad krytyczną wartość maksymalnego dopuszczalnego obniżenia $h_{\max} = 0,5$ m. Nie osiągnięto natomiast (z wyjątkiem pierwszego piętrzenia na przełomie marca i kwietnia) wartości $h_{\min} = 0,20$ m.

Przeprowadzone obserwacje wykazały, że stosowane na obiekcie metody eksploatacji systemu nie są zadowalające. Krótkotrwałe piętrzenia i na stosunkowo małą wysokość powodują jedynie



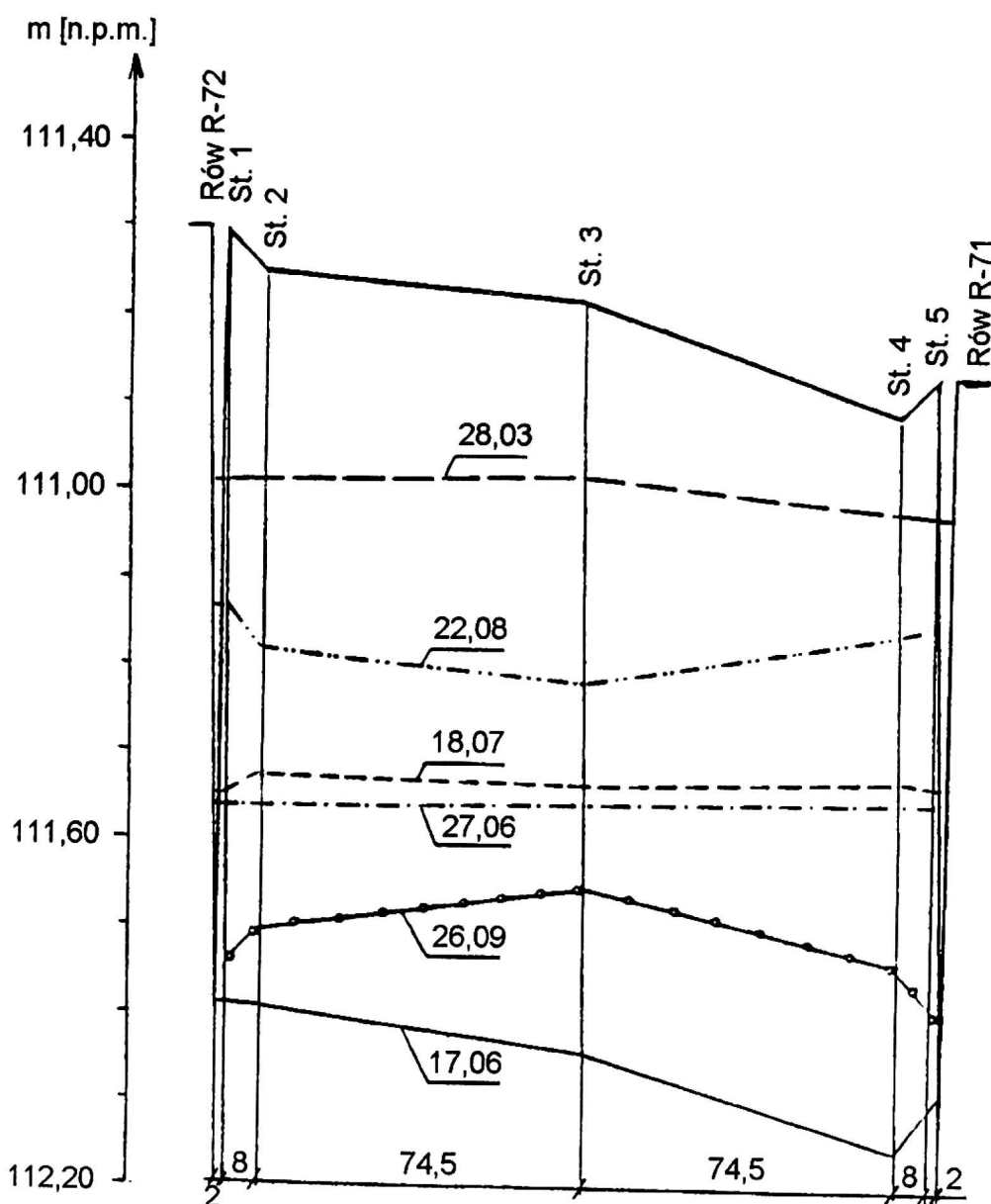
RYSUNEK 2. Stany wody na kwaterze „Ksebki”: 1 – poziom wody w rzece Rudna, 2 – poziom wody w rowie R-72, 3 – poziom wód gruntowych w piezometrze nr 3

nieznaczne podwyższenie poziomu wód gruntowych na kwaterze. Rowy szczególnie przez większość okresu wegetacyjnego pełnią głównie rolę odwadniającą.

Badania modelowe dynamiki wód gruntowych

W celu dokładniejszego prześledzenia uwarunkowań zmian poziomu wód

gruntowych na badanym obiekcie przeprowadzono obliczenia numeryczne z wykorzystaniem programu SIMGRO (Querner 1993). Program ten umożliwia obliczenia filtracji regionalnej z uwzględnieniem przepływu wody w strefie nienasyconej i nasyconej. Algorytm programu przedstawiono na rysunku 4. Model obliczeniowy zbudowano dla umownego obszaru w postaci „pasa” pomiędzy dwoma rowami. Jako warunki brzegowe



RYSUNEK 3. Układ poziomu wód gruntowych w przekroju poprzecznym w wybranych terminach

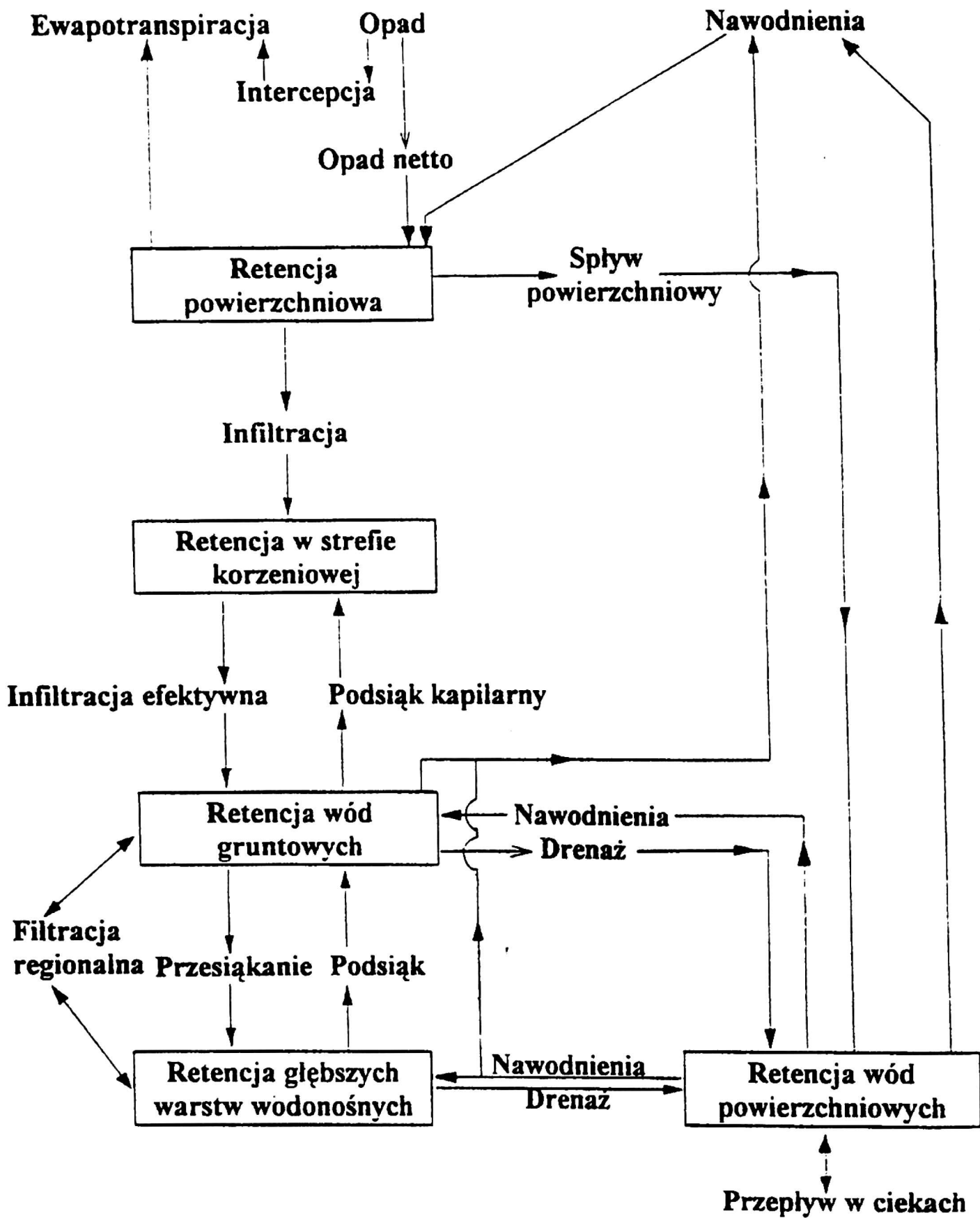
przyjęto: wzdłuż rowów zakładano zmienne lub stałe wysokości poziomów wody, a granice wydzielonego „pasa” traktowano jako nieprzepuszczalne. Oznacza to, że przepływ wody może odbywać się jedynie w kierunku rowu lub do środka łąnu.

Obliczenia prowadzono dla warunków klimatycznych 1994 roku, przyjmując wielkość opadów i parametry klimatyczne niezbędne do obliczeń ewapotranspiracji z pobliskiej stacji meteorologicznej. Ewapotranspirację obliczano wzorem Penmana z zastosowaniem współ-

czynników roślinnych (Szuniewicz i Chrzanowski 1993). Pozostałe warunki brzegowe przyjęto zgodnie z wykonanym rozpoznaniem glebowym i geologicznym.

Obliczenia wykonano dla 3 następujących wariantów:

- **Wariant I.** Przyjęto w obliczeniach, że zmiany poziomu wody w rowach są zgodne z wykonanymi pomiarami terenowymi. Wariant ten jest więc symulacją stanu, jaki miał miejsce w 1994 roku.



RYSUNEK 4. Algorytm programu numerycznego SIMGRO

- **Wariant II.** Założono, że zwierciadło wody w ciągu całego roku jest stałe i układa się w rowach średnio na głębokości 0,2 m poniżej powierzchni terenu. To znaczy na rzędnej 111,10 m w rowie R - 72 oraz 110,90 m w rowie R - 71.
- **Wariant III.** Założono, że poziom wody w rowach jest stały i układa się na głębokości około 0,6 m poniżej terenu. Przyjęto poziom wody w rowie R - 72 na rzędnej 110,70, a w rowie R - 71 na rzędnej 110,50.

Przy obliczeniach wariantu II i III zakładano, że przy zasilaniu rowów wodami gruntowymi (np. po opadach atmosferycznych) nadmiar wody swobodnie odpływa. W warunkach występowania zasilania wód gruntowych wodami powierzchniowymi następuje dopływ wody w ilości odpowiedniej do utrzymania zakładanego poziomu wody w obu rowach. Założono więc, że zasoby wodne są wystarczające do utrzymania przyjętego poziomu wody w rowie.

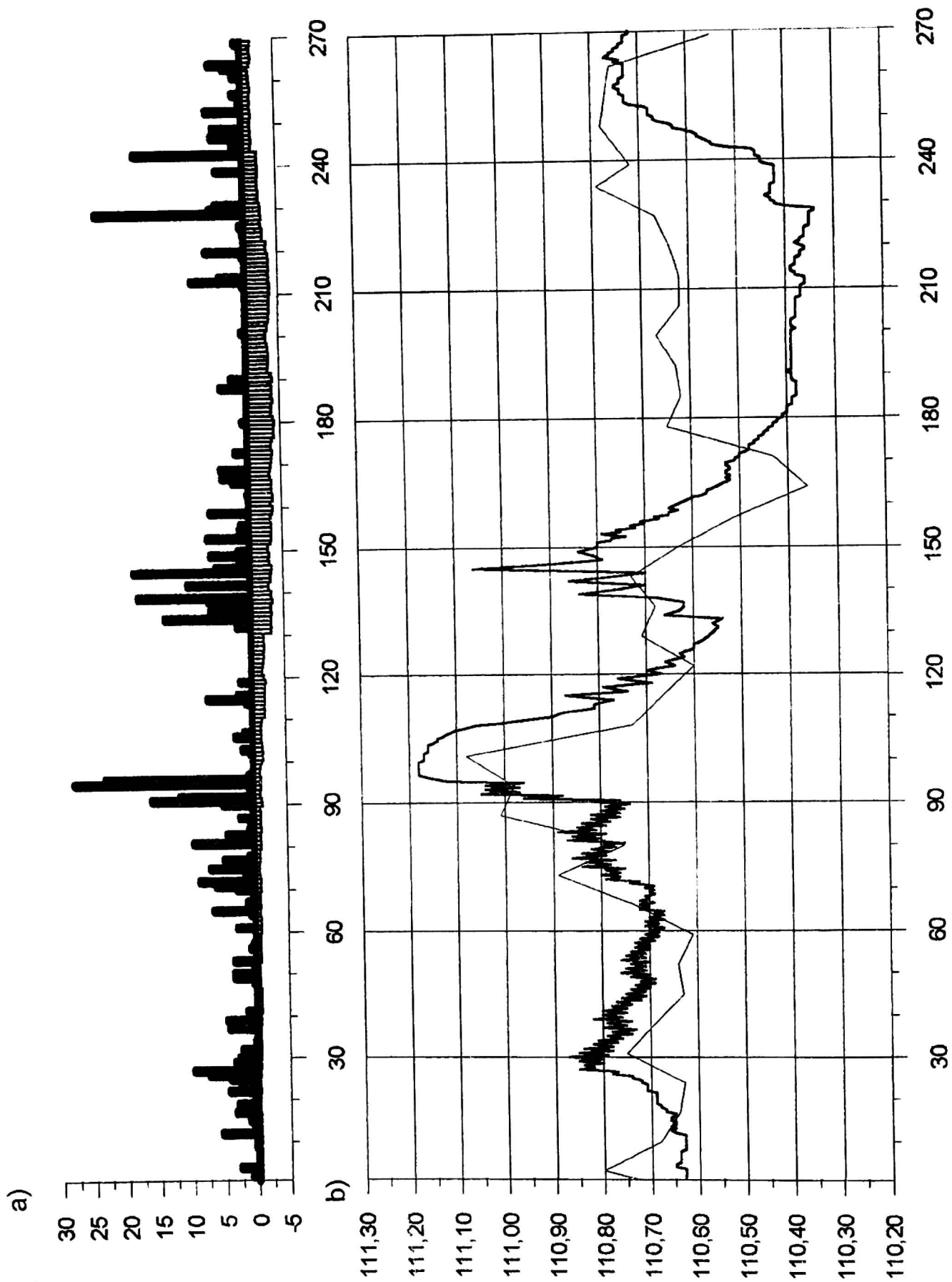
Wyniki obliczeń przedstawiono na rysunku 5 w postaci wykresu zmian położenia wód gruntowych w czasie, w środku łąnu (piezometr 3). Wyniki obliczeń dla wariantu I są zbliżone do wyników z pomiarów terenowych. Sądzić więc należy, że pozostałe warianty oddają również prawidłową tendencję dynamiki wód gruntowych przy zmienionych poziomach wody w rowach. Zgodnie z przeprowadzonymi obliczeniami (wariant II) utrzymywanie wody w rowach bardzo wysoko, na stałym poziomie 0,2 m poniżej terenu nie spowodowało nadmiernego uwilgotnienia gleby. Głębokość minimalna położenia wód grunto-

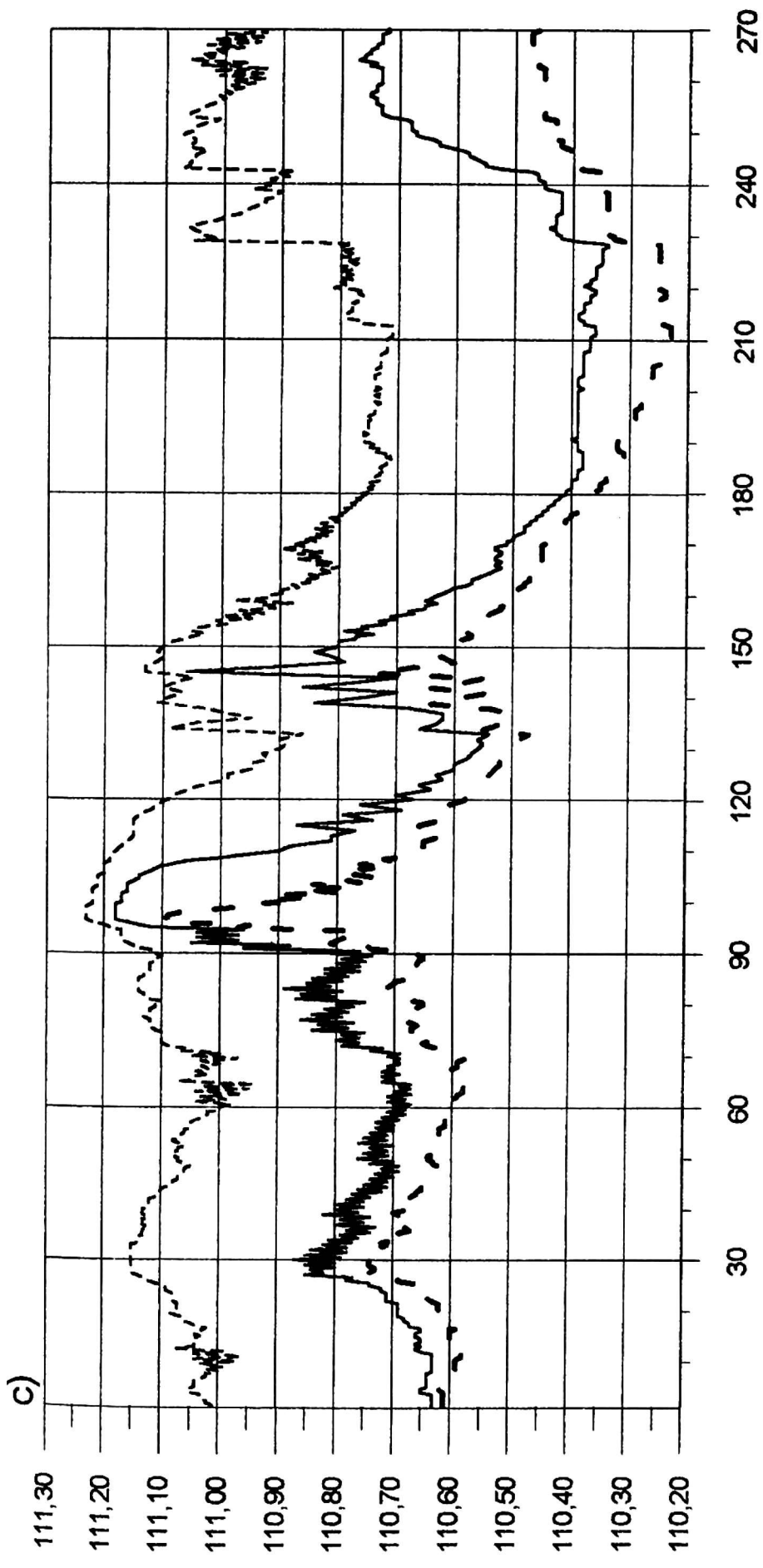
wych $h_1 = 0,2$ m została przekroczona jedynie na przełomie marca i kwietnia, co również miało miejsce w warunkach rzeczywistych (przy niższym poziomie wody w rowach). Opadanie wód gruntowych na większą głębokość następuje w okresie wegetacyjnym na skutek dużej ewapotranspiracji użytków zielonych. W czasie wegetacji obserwuje się wyraźne zasilanie profilu glebowego wodami filtrującymi z rowu, a poziom wody nie opada poniżej maksymalnego dopuszczalnego odwodnienia $h_3 = 0,5$ m.

Przy sztucznym utrzymywaniu wody w rowach w ciągu całego okresu wegetacyjnego na głębokości 0,6 m poniżej terenu (wariant III) zmienność poziomu wód gruntowych jest podobna do obserwowanego w 1994 r. przy prowadzeniu nawodnień podsiąkowych (wariant I oraz pomiary terenowe). Poziom wód gruntowych w piezometrze 3 (środek łąnu) jest przy wariacie I jedynie 10–15 cm wyższy od obserwowanego w wariacie III. Świadczy to o stosunkowo małej efektywności prowadzonych nawodnień w obrębie badanej kwatery. Obliczenia wykazują, że dla zaspokojenia potrzeb wodnych roślin (niedopuszczenie do obniżenia wód gruntowych na kwaterze na głębokość większą od $h_3 = 0,5$ m) niezbędne jest utrzymywanie wyższego poziomu wody w rowach, a czas nawodnień przy istniejącej rozstawie rowów musi być znacznie dłuższy.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania terenowe i obliczenia numeryczne wykazują, że stosowana na obiekcie metoda nawod-





RYSUNEK 5. Wyniki obliczeń numerycznych położenia wód: (piezometr nr 3), a – rozkład opadów i ewapotranspiracji, b – poziomy wód gruntowych pomierzone, c – poziomy wód gruntowych obliczone, I, II, III – pomiary terenowe, I, II, III – warianty obliczeniowe

nień podsiąkowych nie jest w pełni zadowalająca. Do utrzymania optymalnych warunków wilgotnościowych dla użytków zielonych niezbędne jest utrzymywanie wody w rowach przez dłuższy okres i na wyższym poziomie. Dla warunków geologicznych i glebowych występujących w tym rejonie dopuszczalne, a w okresach posusznych nawet pożądane, jest utrzymywanie wysokiego poziomu wody w sieci rowów w ciągu całego okresu wegetacyjnego. Obniżenie wody w rowach np. w okresie sianokosów powinno być możliwie krótkotrwałe. Utrzymywanie wody w rowach na stałym wysokim poziomie w okresie wegetacyjnym (np. 0,2–0,3 m poniżej powierzchni terenu) nie oznacza, że zwierciadło wód gruntowych na kwaterze również będzie stałe. Poziom wód gruntowych będzie podlegał wahaniom wynikającym z ewapotranspiracji i opadów.

Przy długotrwałej suszy i małej przepuszczalności gleby spadek zwierciadła wód gruntowych może być znaczny nawet przy wysokich stanach wody w rowie.

Nie zawsze utrzymywanie wysokiego poziomu wody w rowach jest możliwe na całym obiekcie ze względu na występujące deniwelacje terenu. W istniejących obniżeniach terenowych przy wysokich piętrzeniach na jazie mogą wystąpić objawy nadmiernego uwilgotnienia. W większości jednak przypadków bardziej wskazane jest okresowe utrzymywanie wody na wyższym poziomie, np. na głębokości mniejszej od 0,2 m niż dopuszczenie do szybkiego i nadmiernego obniżenia wód gruntowych. Nadmierne odwodnienie oprócz ujemnego wpły-

wu na plonowanie użytków zielonych powoduje pogorszenie bilansu wodnego zlewni, wystąpienie procesów mineralizacji i degradacji masy organicznej. Dlatego też utrzymywanie wysokich stanów wody na zmeliorowanych obiektach torfowych jest niezbędne zarówno z uwagi na utrzymanie wysokiej produktywności gleby torfowej, jak i z punktu widzenia potrzeb ochrony środowiska przyrodniczego.

Literatura

- JURCZUK S. i inni (1995): *Opracowanie zasad modelowego zarządzania eksploatacją zasobów wodnych na obiekcie Turośl*. IMUZ, Falenty (maszynopis).
- MIODUSZEWSKI W. (1989): *Regulowanie zwierciadła wód gruntowych w dolinach małych rzek nizinnych*. Biblioteczka Wiadomości IMUZ nr 73.
- OSTROMEŃCKI J. (1973): *Podstawy melioracji nawadniających*. Warszawa, PWN.
- QUERNER E.P. (1993): *Aquatic control within an integrated water management framework*. Wageningen.
- SZUNIEWICZ J., CHRZANOWSKI S. (1993): *Sezonowe współczynniki roślinne do wyliczenia ewapotranspiracji łąki trzykośnej na glebie torfowo-murszowej w rejonie Polski północno-wschodniej*. Wiadomości IMUZ, t. XVIII, z. 4.

Summary

The analysis of groundwater changes in the subirrigation system. The field experiments and numerical calculations of groundwater level in the subirrigation system in the river valley are presented. The scope of the work was to find the relationship between the target level of surface water and the level of groundwater. The study shows that becau-

se of the shortage of the water in this area it is necessary to close all weirs early in the spring. It is possible to keep the water level in ditches very high during the whole growing season without negative influence on the yield of grasses.

Authors' address

W. Mioduszewski, A. Ślesicka, S. Jurczuk
Institute Land Reclamation and Grassland
Farming, Falenty
05-090 Raszyn
Poland