

OKREŚLENIE EWAPOTRANSPIRACJI PRZY ZASTOSOWANIU MIERNIKÓW NAWODNIEŃ

Wanda Ziaja

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

Eksperymentalne ustalanie wielkości ewapotranspiracji potencjalnej (ETp) lub rzeczywistej (ETa) wymaga kosztownych badań lizymetrycznych. Dla celów praktycznych ograniczamy się często tylko do określenia połowego zużycia wody. Obliczanie na tej podstawie niedoborów wodnych obarczone byłoby poważnym błędem, wynikającym głównie z nieuwzględniania odcieku. Istnieje jednak możliwość zastosowania, tam gdzie roślinność nie korzysta z podsiąku, urządzenia opartego (podobnie jak przy określaniu połowego zużycia wody) na bilansie wodnym profilu glebowego. Pozwala ono mierzyć w naturalnych warunkach zużycie wody roślin nawadnianych. Niezbędne jest do tego dysponowanie izotopową sondą do określania zapasów wody w glebie.

Urządzenie takie, mające w swym założeniu zastąpić ewapotranspirometr glebowy, opracowano w końcu lat sześćdziesiątych we Francji i za jego pomocą określano ewapotranspirację rzeczywistą maksymalną roślin płytko korzeniących się [3, 5]. W Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych podjęto próbę wykorzystania podobnego urządzenia, które można nazwać miernikiem nawodnień. Określano zużycie wody przez kostrzewę trzcinową, zapewniając warunki zbliżone do ewapotranspiracji potencjalnej.

Miernik nawodnień i jego działanie

Na całość, zwaną miernikiem nawodnień, składa się:

- pole obsiane rośliną, której zużycie wody chcemy badać - na tyle duże, by wyeliminować efekt oazy - liczące około 10-15 arów,
- stanowisko pomiarowe, stanowiące ramę metalową wykonaną z blachy, o wymiarach 2 m x 2 m i o wysokości 0,5 m, wciśniętą w glebę, tak by wystawała nie więcej

niż 0,02 m; rozmieszczone symetrycznie w środku ramy cztery orurowane odwierty o głębokości 1,7 m, służące do wprowadzania sondy neutronowego miernika wilgotności gleby,

- urządzenie nawadniające ze zraszaczami o małym wydatku, obejmujące swoim zasięgiem powierzchnię ramy i pas do niej przylegający, o łącznej powierzchni 16-25 m², pozwalające na dokładne określenie ilości wody zużytej do nawodnienia,
- standardowe urządzenia zraszające do nawodnień całej reszty pola.

Obliczanie zużycia wody przez roślinność porastającą pole prowadzi się wg formuły określającej ewapotranspirację [1] w danym krótkim odcinku czasu (5-7 dni),

$$E = P + I \pm r - (\Delta R_0^Z) \pm \bar{\varphi}_z \Delta t,$$

gdzie P - opad w mm, I - dawka polewowa w mm, r - zasilane ze spływów powierzchniowych w mm, $R = W_k - W_p$ w mm - czyli różnica początkowego i końcowego zapasu wody w warstwie o-z określona za pomocą neutronowego miernika wilgotności. Warstwa o-z wyznaczona jest zasięgiem systemu korzeniowego badanej rośliny, $\bar{\varphi}_z$ - średni przepływ wody w mm przez badaną warstwę profilu o-z, związaną z ruchem wody w strefie kapilarnej dla danego okresu Δt (odciekalność lub podsiąk).

Pole musi być tak dobrane, by parametr r można uznać za równy zero i aby $\bar{\varphi}_z$ stanowiło tylko odciekalność.

Zastosowanie miernika nawodnień do określania $E T_p$ na Stacji IMUZ w Falentach

Badania zlokalizowano na polu doświadczalnym w Falentach. Dotyczyły one zużycia wody przez kostrzewę trzcinową w warunkach spełniających kryterium ewapotranspiracji maksymalnej i potencjalnej jednocześnie [2], tzn. przy utrzymywaniu bujnej runi w ciągu całego okresu wegetacyjnego i zapewnieniu uwilgotnienia zbliżonego do połowej pojemności wodnej. Trwały one cztery lata - od 1977 do 1980 roku.

Glebę na polu stanowiła czarna ziemia zdegradowana, wytworzona z piasku gliniastego lub gliny lekkiej, podścielonej piaskiem średnio szkieletowatym.

Aby wyeliminować wpływ ewentualnego podsiąku na uwilgotnienie warstwy korzeniowej, pole zdrenowano systematycznie sączkami ceramicznymi w rozstawie 8 m i na głębokości 1,7 m. Wyrównany teren stwarzał warunki, w którym czynnik r równał się zero.

Na wiosnę 1976 roku pole obsiano kostrzewą trzcinową odmiany Brudzyńska. Miało ono wymiary 90 x 40 m i zostało podzielone na dwie równe części; pośrodku każdej umieszczono część pomiarową. W ten sposób powstały dwa mierniki, ruń wykaszano raz na jednym, raz na drugim. Przestrzegano, aby w chwili wykaszania jednego ładu ruń na drugim pokrywała całkowicie glebę. Tak więc parowanie bezpośrednio z powierzchni gleby było w zasadzie wyeliminowane.

W czasie badań uzyskiwano w ciągu okresu wegetacyjnego 4-6 pokosów i 10-18 ton absolutnie suchej masy siana z 1 ha, przy poziomie nawożenia na całość pola 200 kg K_2O , 120 kg P_2O_5 , 90 kg N na 1 ha i z podziałem na każdy odrost. Ruń w chwili wykaszania osiągała 0,20-0,30 m.

Do nawodnień powierzchni pomiarowych służyły urządzenia zraszające, skonstruowane według projektu Drupki. Resztę pola nawadniano za pomocą zraszaczy Rinka. Wilgotność gleby utrzymywano w granicach 80-100% polowej pojemności wodnej (P_p).

Kontrola stanu uwilgotnienia prowadzona była za pomocą neutronowego miernika wilgotności gleby firmy Nuelectronics. Zapasy wody mierzono raz na tydzień. Nawadnianie rozpoczynano, gdy następował spadek wilgotności gleby do określonej granicy w kontrolowanych poziomach 0,1-0,2-0,3 m od powierzchni gleby. Bilansem objęto warstwę 0-0,6 m głębokości (warstwa o-z). Odciekalność była określana jako różnica między polową pojemnością wodną a chwilową wilgotnością gleby na początku okresu objętego bilansowaniem, zmniejszoną o średnią dzienną wartość ewapotranspiracji z ostatniego okresu bilansowego, pomnożoną przez liczbę dni od początku bieżącego okresu bilansowego do dnia opadu.

Polowa pojemność wodna warstwy 0-0,6 m wynosiła w mierniku nr 1 123 mm, a w mierniku nr 2 - 96 mm; wilgotność okresu suszy odpowiednio: 32 i 24 mm. Poziom wody gruntowej układał się na głębokości 1,40-2,00 m i tylko w kwietniu 1979 i 1980 r. osiągnął 1,10 m od powierzchni gleby. W okresie badawczym lata 1977, 1978 i 1980 należały do wilgotnych (446, 445 i 340 mm opadów w okresie wegetacyjnym), a rok 1980 także do chłodnych. Stosunkowo ciepły i wilgotny był rok 1977, a najsuchszy (223 mm opadu) i najcieplejszy rok 1979.

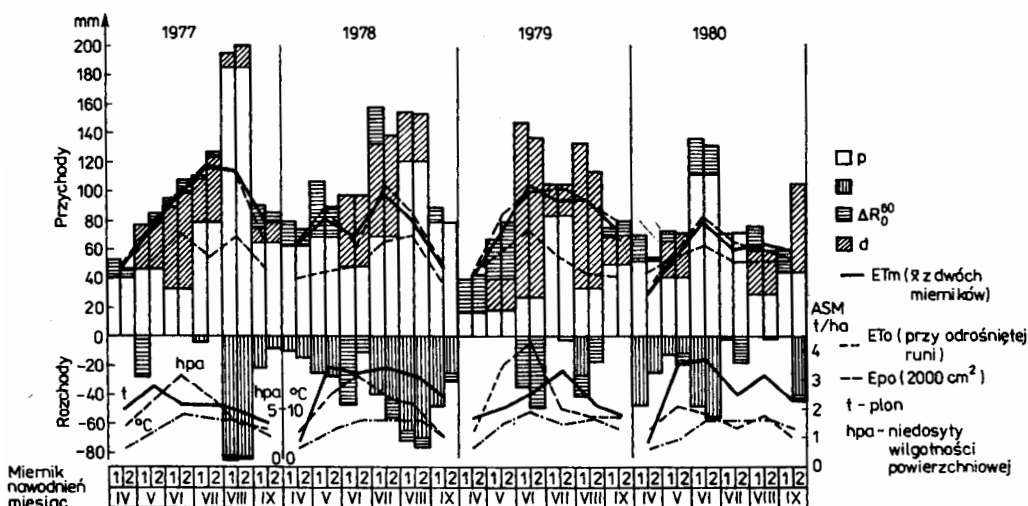
Wyniki badań

Dane dotyczące zużycia wody przez kustrzewę trzcinową z poszczególnych mierników, przyjęte jako ewapotranspiracja rzeczywista maksymalna (E_{tm}), oraz z łąnów z runią odrośniętą, przyjęte jako ewapotranspiracja potencjalna (E_{To}), zestawiono w tabeli 1. Dodatkową pozycję w tej tabeli w 1980 r. stanowią dla porównania dane dotyczące zużycia wody z trzech lizymetrów ważonych ($E_{Tm\ liz}$) o powierzchni 2000 cm^2 i głębokości 110 cm, zainstalowanych na sąsiednim doświadczeniu o zbliżonym poziomie nawożenia i plonowania i na takim samym uwilgotnieniu. W tabeli tej zamieszczono także plony poszczególnych mierników w a.s.m. siana w przeliczeniu na 1 ha. Rysunek 1 przedstawia poszczególne elementy bilansu wodnego profili glebowych obu mierników oraz kształtowanie się średnich miesięcznych wartości E_{Tm} , E_{To} (średnie ET z dwóch mierników), E_{po} (parowanie z lustra wody) oraz

Tabela 1

Evapotranspiracja maksymalna (ET_m) i potencjalna (ET_p z runi odrośniętej) wyliczona z mierników nawodnień, ewapotranspiracja obliczona z lizymetrów ważonych ($ET_{m\text{ liz}}$) oraz parowanie potencjalne (E_p) (Falenty 1977-1980)

Rok	Miernik	Plon a.s.m. t/ha	ET_m mm	ET_p mm	$ET_{m\text{ liz}}$ mm	E_p mm	$\frac{ET_p}{E_p}$
1977	I	10,3	491	518	-	340	1,5
	II	11,1	554				
1978	I	18,3	438	447	-	307	1,4
	II	14,9	423				
1979	I	13,1	482	475	-	321	1,5
	II	13,8	476				
1980	I	18,3	368	343	359	321	1,0
	II	15,3	312				
Średnio		14,4	443	446	-	322	1,4

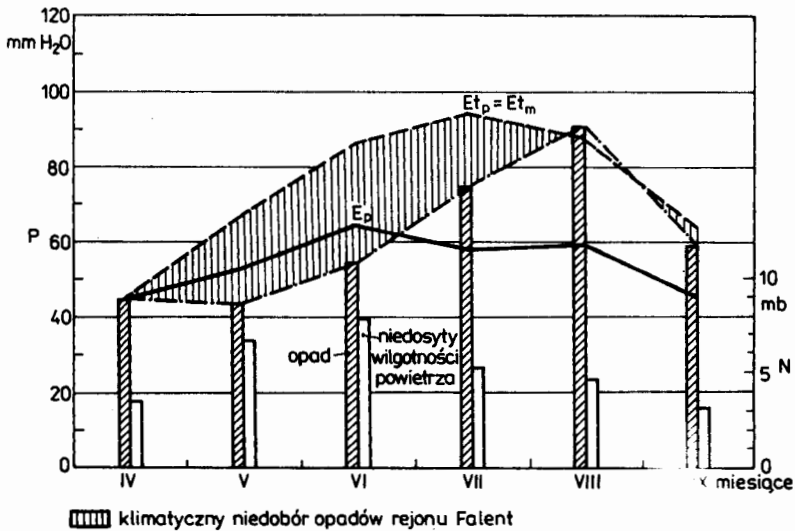


Rys. 1. Ewapotranspiracja kostrzewy trzcinowej (ET) i parowanie z lustra wody (E_p) na tle bilansu wodnego profilu gleby, plonowania i przebiegu niektórych czynników meteorologicznych

temperatury, niedosyty i plonowanie w okresie wegetacyjnym w badanych latach. Na rysunku 2 zamieszczono rozkład średnich wartości miesięcznych ET_m (przyjętych jako ET_o) za okres 1977-1980. Obszar zakreślony obrazuje klimatyczny niedobór

opadów [4] w rejonie Falent, uzyskany na podstawie danych czteroletnich z mierników nawodnień.

Otrzymane rezultaty wykazały, że różnice między zużyciem wody obliczonym według poszczególnych mierników, dla tego samego roku dochodziły do 60 mm, lecz na przestrzeni lat zużycie wody wyrównywało się, osiągając za cztery lata średnio 444 i 439 mm.



Rys. 2. Rozkład średnich miesięcznych wartości $E_{tp} = E_{tm}$ i E_{pc} w rejonie Falent na lata 1977-1980

Ujawniły się znaczne różnice między wartościami poszczególnych lat, dając rozpiętość od 340 do 520 mm.

Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w zużyciu wody przez runi odrośniętą i nie odrośniętą; być może dlatego, że różnice w zużyciu wody między poszczególnymi miernikami przewyższały różnice wynikające ze stanu runi. Uznano więc, że średnia wartość E_{tm} z dwóch mierników może być przyjęta jako wskaźnik parowania potencjalnego. Stosunek E_{to} do E_{po} wykazywał wartość w miarę stałą dla lat cieplejszych, wynoszącą około 1,5, a dla roku wybitnie chłodnego 1,1. Jednak mała wartość tego stosunku w kwietniu 1979, a zwłaszcza w 1980 roku, dowodziłaby, że musiało nastąpić zasilanie wierzchnich warstw gleby wodą z podsiąku, nie uwzględnianego w bilansie. Mimo tych mankamentów zużycie wody pomierzone w lizymetrach metodą wagową i uzyskane z mierników było w 1980 roku zbliżone, dając odpowiednio 359 i 339 mm, przy nieco innym rytmie pobierania wody.

Jednocześnie podczas wykonywanych badań stwierdzono, że uzyskanie runi kostrzewy trzcinowej, dokładnie okrywającej powierzchnię gleby przy wysokości 8-15 cm, zgodnie z wymaganiami spełniającymi warunki ET_0 [2], jest trudne do osiągnięcia. Całkowite osłonięcie gleby następowało przy wysokości kostrzewy 0,25-0,30 m, i dopiero wtedy trawa była koszona.

Wnioski

1. Stosowana metoda nie jest tak dokładna jak lizymetryczna, a głównym jej brakiem jest trudność precyzyjnego określenia odcieku. Im krótszy jest okres bilansowy, tym wyniki są dokładniejsze.

2. Omawiana metoda jest dokładniejsza od metody polowego zużycia wody i może być przydatna dla celów eksploatacyjno-rolniczych.

3. Metoda ta pozwala na sterowanie nawodnieniami na podstawie zapasów wody w glebie, i jednocześnie daje podstawy do określania klimatycznych niedoborów opadowych w danym rejonie.

4. Jako wskaźnik parowania potencjalnego można przyjmować średnią ewapotranspirację z dwóch mierników (ET_0).

5. Przy określaniu zużycia wody w warunkach odpowiadających ściśle wymogom ET_0 i wysokości runi 8-15 cm należałoby szukać rośliny testowej raczej pośród traw niskich.

Literatura

1. Daudet A. F., Vachaud G.: Annales Agronomiques, 28, 5, 503-518, 1977.
2. Ooorenbos I., Kassam A. H.: Bulletin FAO d'irrigation et de drainage 33, Rome 1980.
3. Marcesse I.: Etudes des mouvements de l'eau dans les sols non saturés, Comptes rendu de la reunion de Cadarache le 6 juin 1969.
4. Roguski W.: Wiad. Melior. i Łąk 2, 54-55, 1979.
5. Ziaja W.: Gosp. Wod. 10, 377-381, 1974.

В. Зияя

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ ОБРАЗЦА ОРОШЕНИЯ

Резюме

Опираясь на французских примерах (3,5) сконструировано так называемый образец орошения, который разрешает определять использование воды растительностью в условиях эвапотранспирации потенциальной по формуле

$$Et = P + J \pm r + \Delta R_0^2 + \bar{\varphi}z \cdot \Delta t;$$

ΔR_0^z - определено при помощи нейтронного влагомера до измерения влатности почвы.

Тестерною ростительностью была овсяница тростниковая. Два участка с овсяницей на которых заинсталировано образцы орошения были кошены переменнo. Самою большою трудностью было точное определение оттока воды ($\bar{\varphi}z \cdot \Delta t$) и это есть слабостью образца орошения. Однако получены результаты были сходные с данными полученными в лизиметрах.

Образцы орошения могут быть размещены в разных реёнах страны идоставлять данные до управления орошением.

W. Ziaja

DETERMINING THE EVAPOTRANSPIRATION BASING ON IRRIGATION METERS

S u m m a r y

Basing on the french standards [3, 5] an irrigation meter (irrigametr) was constructed. The irrigation meter enabled to quantity the water consumption of plants in conditions of potential evapotranspiration. The soil moisture was close to the field capacity. Two fields of tall fescue with installed irrigation meters were cut alternately.

The accounts to quantity the ETp were done using the formula:

$$Et = P + J \pm r + \Delta R_0^z + \bar{\varphi}z \cdot \Delta t, \quad (1)$$

where ΔR_0^z was measured with neutron moisture density probe.

Most difficult was to determine the quantity of draining water ($\bar{\varphi}z \cdot \Delta t$), and this seems to be the biggest inefficiency of the method. In any way obtained results were close to the lysimeters observations.

It seems, that irrigation meters dislocated around the country might provide datas to steer the irrigation systems.