

ZUŻYCIE WODY PRZEZ ROŚLINY W WARUNKACH REKULTYWOWANYCH SKŁADOWISK ODPADÓW KOMUNALNYCH

Stanisław Żakowicz, Piotr Hewelke

Katedra Kształtowania Środowiska,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wstęp

Każde składowisko odpadów lub jego fragment po zakończeniu eksploatacji musi być poddane rekultywacji. Rekultywacja składowiska w pierwszym etapie polega zazwyczaj na wytworzeniu odpowiednich warunków do wzrostu roślinności. Stanowią ją trawy i inne gatunki roślinności niskiej, stabilizujące wierzchnią warstwę nasypową, oraz drzewa i krzewy, nadające rekultywowanej powierzchni odpowiednie walory krajobrazowe i sprzyjające powiększaniu się bioróżnorodności. Prawidłowo rozwijająca się roślinność chroni czasę składowiska, wzbogaca krajobraz, tworzy przyjazny mikroklimat i po dłuższym czasie stwarza warunki do odzyskania obszaru i wykorzystania go do innych niż dotychczas celów. Zasiedlenie roślin na rekultywowanym obszarze wymaga zapewnienia wystarczającej ilości wody przez nawodnienia. Naturalne zasilanie warstwy nasypowej następuje wyłącznie z opadów atmosferycznych, a dyspozycyjne dla roślin zapasy wody są zwykle niewielkie, z uwagi zarówno na jej właściwości, jak i małą miąższość. W związku z powyższym dla racjonalnego wykorzystania systemu nawadniającego kluczowe znaczenie ma znajomość zużycia wody przez rośliny w specyficznych warunkach środowiskowych rekultywowanego składowiska.

Material i metody badań

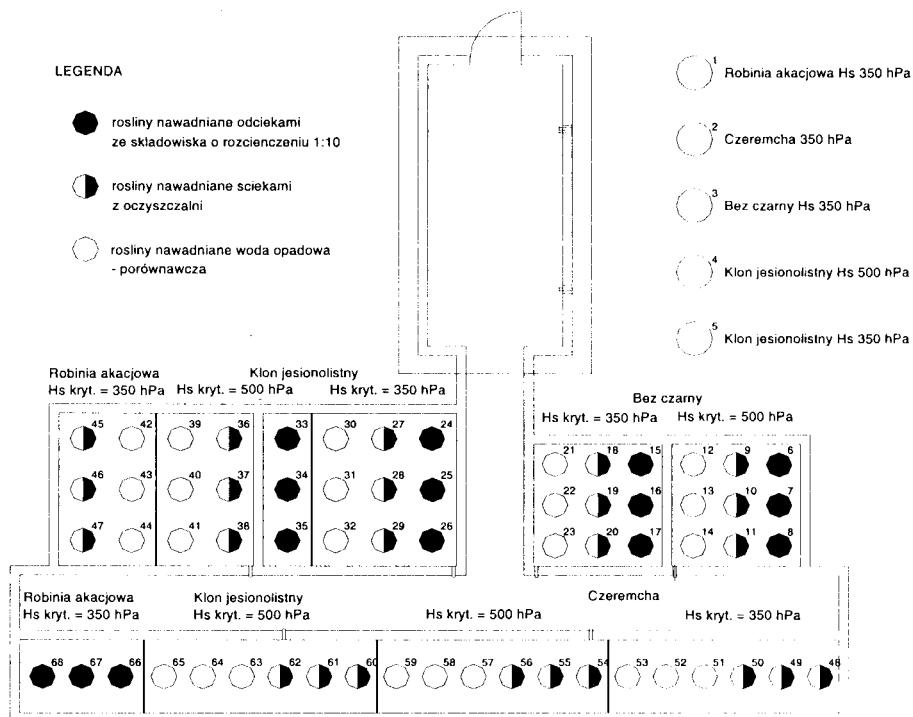
Metody pomiaru zużycia wody przez rośliny można podzielić na: lizymetryczne, określające transpirację pojedynczych liści lub gałązek oraz pomiaru prędkości przepływu w pniu lub łodydze m.in. ALLEN i in. 1998; BIAŁKIEWICZ i in. 1991; ČERMAK 1995; BOCZOŃ 2004]. Na podstawie długoletnich badań lizymetrycznych na stacji doświadczalnej SGGW oraz polowych na składowisku odpadów komunalnych w Radiowie wyznaczono w poszczególnych miesiącach wartości dobowego zużycia wody przez rośliny, z warstwy gleby o kontrolowanym bilansie. Zużycia wody uwzględniają wystawę powierzchni nawadnianej, co jest szczególnie istotne w warunkach składowania nadpoziomowego. Ponadto uwzględniają zależność między zużyciem wody a fazą rekultywacji. Badania bilansowe prowadzono w 68

lizymetrach o pojemności 560 i 50 dm³, wypełnionych mieszanką rekultywacyjną zawierającą 5% domieszki kompostu DANO produkowanego na składowisku w Radiowie. Schemat doświadczenia lizymetrycznego przedstawiono poniżej.

Schemat 1; Scheme 1

Schemat doświadczenia lizymetrycznego na stacji SGGW w Ursynowie

Scheme of lysimetric experiments at the Warsaw Agriculture University research station Ursynów



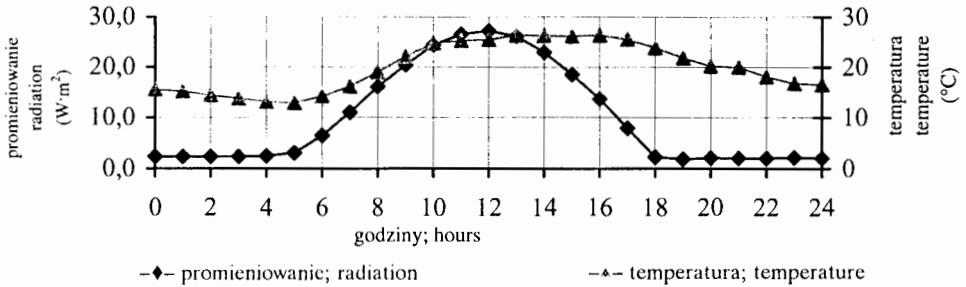
Szczególną rolę w badaniach transpiracji roślin zajmują pomiary prędkości przemieszczania się wody w łodydze lub pniu. W zależności od stosowanego impulsu, możemy podzielić je na metody barwnikowe, izotopowe i termiczne. W ostatnich latach największą popularność zyskały metody termiczne, które pozwalają na pomiary transpiracji z dużą częstotliwością i dokładnością w sposób całkowicie zautomatyzowany. W badaniach polowych na składowisku odpadów komunalnych wyodrębniono trzy stanowiska o podobnych warunkach mikroklimatycznych (A – korona, skarpa południowa, skarpa zachodnia; B – skarpa północna i wschodnia; C – podnóże korpusu). W eksperymentach polowych na rekultywowanym składowisku odpadów komunalnych w Radiowie do pomiaru transpiracji roślin zastosowano automatyczny system Sap Flow 32 amerykańskiej firmy Dynamax, wykorzystujący metodę termiczną [VAN BAVEL 2000]. System ten, z sondami obwodowymi, pozwala na bezinwazyjny pomiar transpiracji roślin praktycznie w sposób ciągły w dowolnym przedziale czasowym.

Do badań wytypowano cztery rośliny często zasiedlające rekultywowane kwatery w sposób naturalny. Były to: bez czarny (*Sambucus nigra* L.), klon jesion-

nolistny (*Acer negundo* L.), robinia akacjowa (*Robinia pseudoacacia* L.) i czerecha (*Prunus padus* L.). W okresie wegetacji systematycznie prowadzono pomiary wilgotności gleby i potencjału ssącego wody glebowej w strefie korzeniowej. Wilgotność gleby mierzono metodą reflektometryczną, a potencjał ssący wody glebowej H_s tensjometrami z elektronicznym miernikiem ciśnienia, z dokładnością odczytu 1 hPa. Parametry meteorologiczne w okresie badań były mierzone w lokalnej automatycznej stacji meteorologicznej.

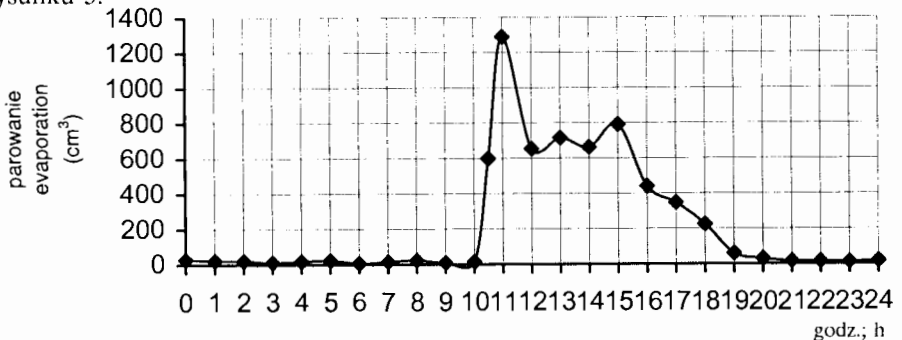
Wyniki i dyskusja

Zużycie wody przez rośliny jest silnie zależne od dopływu energii. Pomiar promieniowania i temperatury powietrza prowadzony był w kroku czasowym 1 godz. (rys. 1). Potencjał ssący wody glebowej, przy którym rozpoczynano nawodnienia był zróżnicowany i wynosił $H_s=350$ hPa lub $H_s=500$ hPa. Nawodnienia prowadzono wodą umownie czystą, odciekami ze składowiska w rozcieńczeniu 1:10 oraz odciekami po oczyszczeniu w lokalnej oczyszczalni ścieków.

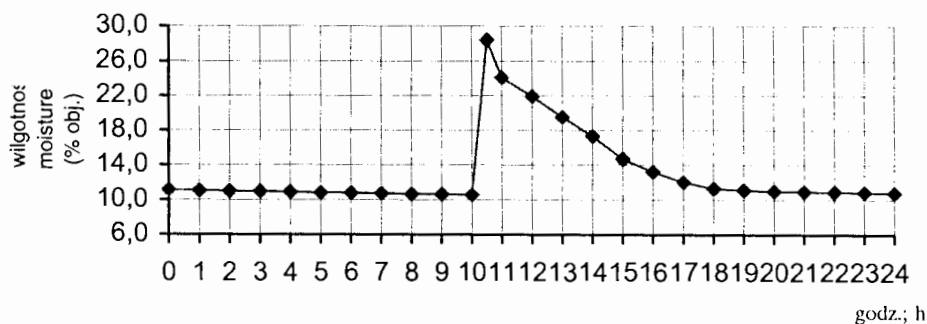


Rys. 1. Przebieg promieniowania i temperatury w miejscu eksperymentu (17.06.2003 r.)
Fig. 1. Radiation and temperature in the place of experiment (17.06.2003)

Równoległe z pomiarem potencjału mierzono wilgotność gleby, której średnie wartości w strefie korzeniowej robinii akacjowej przedstawiono na rysunku 2. Przykładowe wyniki pomiaru poboru wody przez robinie akacjową zamieszczono na rysunku 3.



Rys. 2. Przebieg poboru wody przez robinie akacjową w dniu nawodnienia (17.06.2003 r.)
Fig. 2. Water consumption by *Robinia pseudoacacia* during irrigation (17.06.2003)



Rys. 3. Przebieg wilgotności gleby pod robinią akacją w dniu nawodnienia (17.06.2003 r.)

Fig. 3. Soil moisture content after irrigation (17.06.2003) under false acacia

Tabela 1; Table 1

Dobowe zużycie wody przez rośliny z warstwy korzeniowej gleby (mm)
Daily water consumption by plants from root zone of soil (mm)

Lp. No.	Temperatura Powietrza Air temperature (°C)	Do 3 lat od rozpoczęcia rekultywacji Up to 3 years from beginning of reclamation			Powyżej 3 lat od rozpoczęcia rekultywacji Above 3 years from beginning of reclamation		
		A	B	C	A	B	C
1	25	4,7	3,7	3,4	5,3	4,3	3,7
2	24	4,6	3,7	3,3	5,2	4,2	3,6
3	23	4,5	3,6	3,2	5,1	4,1	3,5
4	22	4,3	3,5	3,1	5,0	4,0	3,4
5	21	4,2	3,4	3,0	4,8	3,9	3,3
6	20	4,1	3,3	2,9	4,7	3,8	3,2
7	19	3,9	3,2	2,8	4,5	3,6	3,1
8	18	3,8	3,0	2,7	4,3	3,5	3,0
9	17	3,6	2,9	2,6	4,2	3,4	2,8
10	16	3,5	2,8	2,5	4,0	3,2	2,7
11	15	3,3	2,7	2,4	3,8	3,1	2,6
12	14	3,2	2,6	2,3	3,7	3,0	2,5
13	13	3,0	2,4	2,2	3,5	2,8	2,4
14	12	2,9	2,3	2,1	3,3	2,7	2,3
15	11	2,8	2,2	2,0	3,2	2,6	2,2
16	10	2,6	2,1	1,9	3,0	2,4	2,0
17	9	2,5	2,0	1,8	2,8	2,3	1,9
18	8	2,3	1,9	1,7	2,6	2,1	1,8
19	7	2,2	1,7	1,6	2,5	2,0	1,7

A korona, skarpa południowa, skarpa zachodnia; embankment crown, south and west slope
 B skarpa północna i wschodnia; nord and east slope
 C podnóże korpusu; slope-foot

Dla celów praktycznych, na podstawie pomiarów dobowych, obliczono średnie wartości dobowego zużycia wody przez rośliny w miesiącach od kwietnia do września, w zależności od temperatury powietrza. Przykładowe wyniki dla maja zamieszczono w tabeli 1 [ŻAKOWICZ, HEWELKE 2004].

Odnoszą się one do warstwy gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu, stanowiącej strefę korzeniową roślin. Średnia dobową temperatura powietrza może być przyjmowana wg najbliższej stacji meteorologicznej lub mierzona na obiekcie w klatce meteorologicznej. Niezbędny jest trzykrotny pomiar temperatury w ciągu doby: (t_1) – o godz. 7⁰⁰, (t_2) – 13⁰⁰, (t_3) – 21⁰⁰. Średnią dobową wartość temperatury oblicza się ze wzoru:

$$t = \frac{t_1 + t_2 + 2t_3}{4} \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Dobowe zużycie wody zróżnicowano dla okresu wzrostu roślin do trzech lat oraz powyżej trzech lat po rekultywacji. Podane w tabeli zużycia dobowe uwzględniają wystawę powierzchni nawadnianych: A – korona, skarpa południowa, skarpa zachodnia, B – skarpa północna i wschodnia, C – podnóże korpusu. Tak opracowane wyniki pomiaru dobowego zużycia wody przez rośliny zaleca się stosować do sterowania nawodnieniami metodą bilansową [ŻAKOWICZ, HEWELKE 2004]. W metodzie tej pozycję rozchodową stanowi dobowe zużycie wody przez rośliny, a po stronie przychodów uwzględnia się zasilanie przez opady, dawki nawodnieniowe i zapas wody na początku okresu bilansowania [DRUPKA 1976].

Wnioski

1. Małe zasoby dyspozycyjne wody w warstwie rekultywacyjnej składowisk odpadów komunalnych powodują, że znajomość dobowego zużycia wody przez rośliny jest niezbędna dla racjonalnego wykorzystania systemu nawadniającego i prawidłowego wzrostu roślin.
2. Zużycie wody przez rośliny zależy od wieku nasadzenia, a w warunkach składowisk nadpoziomowych jest również silnie uwarunkowane wystawą rekultywowanej powierzchni.
3. Obliczone w okresie wegetacji, na podstawie długoletnich pomiarów terenowych i lizymetrycznych, średnie dobowe wartości zużycia wody przez rośliny ustalone w zależności od temperatury powietrza, umożliwiają zastosowanie do sterowania nawodnieniami w warunkach rekultywowanych składowisk odpadów komunalnych metody bilansowej.

Literatura

ALLEN R.G., PEREIRA L.S., RAES D., SMITH M. 1998. *Crop evapotranspiration*. FAO, Irrigation and drainage paper 56.

BIAŁKIEWICZ F., KIERUZAL M., WAWRZONIAK T. 1991. *Zużycie wilgoci i pokarmu przez rośliny drzewiaste przy nawadnianiu ściekami miejskimi i nawożeniu (doświadczenia lizymetryczne)*. Prace IBL 701: 133–153.

BOCZOŃ A. 2004. *Zużycie wody przez dęby w siedlisku lasu wilgotnego*. Monografia

Komitetu Gospodarki Wodnej PAN 23: 24–32.

ČERMAK J. 1995. *Methods for studies of water transport in trees, especially the stem heat balance and scaling*. Interazioni albero ambiente: metodi e strumenti di misura a cura di T. Anfodillo i S. Renato, Atti del XXXII Corso di Cultura in Ecologia: 59–82.

DRUPKA S. 1976. *Bilansowa metoda sterowania nawodnieniami deszczownianymi*. Wyd. IMUZ. Materiały instruktażowe 20: 7–11.

VAN BAVEL M.G. 2000. *Sap Flow Monitoring System*. Dynamax Inc. Huston: 29–40.

ŻAKOWICZ S., HEWELKE P. 2004. *Wytyczne technologii nawadniania roślin na składowiskach odpadów komunalnych*. Wyd. SGGW: 15–21

Słowa kluczowe: składowiska odpadów, rekultywacja, nawodnienia, transpiracja.

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań zużycia wody przez rośliny w warunkach rekultywowanych składowisk odpadów komunalnych. Badania prowadzono w lizymetrach stosując metodę bilansową oraz w warunkach polowych stosując bezpośredni system pomiaru transpiracji. Uzyskane wyniki obejmują cały sezon wegetacji i mogą być zastosowane do sterowania nawodnieniami metodą bilansową.

WATER USE BY PLANTS UNDER CIRCUMSTANCES OF RECLAIMED MUNICIPAL LANDFILL SITES

Stanisław Żakowicz, Piotr Hewelke
Department of Environmental Improvement,
Warsaw Agricultural University, Warszawa

Key words: landfill site, reclamation, irrigation, transpiration

Summary

Paper presented the investigations of water use by plants under conditions of reclaimed municipal landfills. The research was conducted in the lysimeters with the use of balance method and under field conditions using direct transpiration measuring system. The results cover entire vegetation season and can be implemented to irrigation management.

Dr inż. Stanisław **Żakowicz**
Katedra Kształtowania Środowiska
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 159
02-776 WARSZAWA
e-mail: zakowicz@alpha.sggw.waw.pl