

*Andrzej Misztal*

**WPLYW UŻYTKOWANIA  
GÓRSKICH EKOSYSTEMÓW TRAWIASTYCH  
NA INFILTRACJĘ**

---

***EFFECT OF USING MOUNTAIN GRASS ECOSYSTEMS  
ON INFILTRATION AND EVAPOTRANSPIRATION***

**Streszczenie**

W pracy przedstawiono wyniki badań lizymetrycznych, dotyczących odcieków wody spod użytków zielonych w warunkach zróżnicowanego ich użytkowania. W rejonie prowadzonych badań (Małe Pieniny) większa część rocznej sumy odcieków ma miejsce w okresie wegetacyjnym, co uwarunkowane jest wielkością i rozkładem opadów atmosferycznym w tym rejonie (około 68% rocznej sumy). Stwierdzono zależność ilości wody odciekającej z profilu glebowego użytków zielonych od wysokości plonowania, spowodowanego bądź to sposobem użytkowania (łąka, pastwisko, ruń o wysokości 8-15 cm), bądź wielkością stosowanego nawożenia azotowego. Większy plon, powodując wzrost ilości wody zużytej w procesie ewapotranspiracji przez roślinność trawiastą przyczynia się do zmniejszenia ilości wody odciekającej z profilu glebowego.

**Słowa kluczowe:** górskie ekosystemy trawiaste, infiltracja, ewapotranspiracja

***Summary***

*This paper presents the results of lysimetric research on the volume of evapotranspiration and water runoff from grasslands used for different purposes. In the area studied (Small Pieniny Mountains), the vegetation season accounts for the largest proportion of total runoff, which is determined by the volume and distribution of precipitation in this region (approx. 68% of annual volume). The amount of water discharge from the soil profile of grasslands was found to be significantly related to the rate of crop yield, which is determined by utilization (meadow, pasture, sward of 8-15 cm height) or rate of nitrogen fertilization used. By increasing the amount of water used during evapotranspiration by grasses, the*

*higher yield contributes to reduced amounts of water discharged from the soil profile.*

**Key words:** *mountain grass ecosystems, infiltration, evapotranspiration*

## WSTĘP

Głównymi elementami obiegu wody w przyrodzie są: po stronie przychodów – opad atmosferyczny, a po stronie rozchodów – parowanie i infiltracja. Rozkład tych elementów w czasie i przestrzeni jest zjawiskiem bardzo złożonym, zależnym od wielu czynników do których należą między innymi warunki geomorfologiczne i czynniki meteorologiczne [Słupik, 1972]. Nie bez znaczenia dla przebiegu omawianych zjawisk jest również działalność agrotechniczna człowieka.

Celem pracy było określenie ilości i zmienności w czasie odcieków wody z profilu glebowego w zależności od sposobu użytkowania zbiorowisk trawiastych, ich nawożenia i warunków meteorologicznych.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

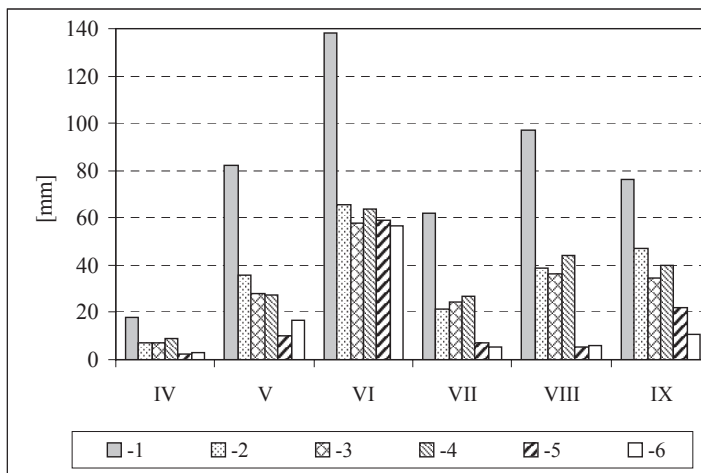
Badania prowadzono na użytkach zielonych usytuowanych na glebach mineralnych typu brunatnego właściwego, o dobrze wykształconym profilu i składzie granulometrycznym glin średnich pylastych i lekkich [Dobrzański i in. 1958]. Ogólna porowatość górnego poziomu przekracza 50%, warstwy głębsze są bardziej zbite, a ich porowatość wynosi około 40-45%. Ocenę wpływu sposobu użytkowania zbiorowisk trawiastych (łąka, pastwisko, różne poziomy nawożenia, zasilanie z wód gruntowych i opadem atmosferycznym) na ilość wody odciekającej z profilu glebowego oparto na wynikach badań uzyskanych w latach 1987-1995 na usytuowanej na wysokości około 600 m npm. stacji lizymetryczno-meteorologicznej IMUZ w Jaworkach.

Pod względem klimatycznym rejon badań leży w granicach piętra umiarkowanie ciepłego, rozciągającego się w rejonie polskich Karpat Zachodnich na wysokości od 280 do 750 m npm. [Hess, 1965]. W rejonie tym średnia roczna temperatura powietrza wynosi  $+6,0^{\circ}\text{C}$ , natomiast w okresie kwiecień-wrzesień  $+12,1^{\circ}\text{C}$ . Miesiącem najcieplejszym jest lipiec ( $15,4^{\circ}\text{C}$ ), a najzimniejszym styczeń ( $-4,6^{\circ}\text{C}$ ). Zima w rejonie badań trwa średnio 115 dni, a bezzimie 250 dni.

Średnia roczna suma opadów atmosferycznych z wielolecia wynosi 891,7 mm, z czego na półrocze letnie przypada 602,5 mm, pozostałe 32,4% stanowią opady półrocza zimowego. Średnio w ciągu roku notuje się 175 dni z opadem. W okresie kwiecień-wrzesień liczba dni z opadem atmosferycznym wynosi około 90 dni. Miesiącami o największej ilości opadów są: czerwiec (137,7 mm) i lipiec (130,9 mm). Najniższymi opadami charakteryzują się natomiast styczeń (47,2 mm) oraz luty (39,6 mm) [Kopeć i in. 1985; Kopeć i in. 1992; Misztal 1996].

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W procesie transformacji opadu atmosferycznego w odpływ z zadawnionego profilu glebowego istotne znaczenie ma sposób użytkowania roślinności trawiastej, wpływający na wysokość uzyskiwanych plonów i ewapotranspirację. Pośrednio na ilość wody odciekającej ze strefy korzeniowej użytków zielonych wpływają wszystkie czynniki decydujące o wartości ewapotranspiracji, w tym również będące wynikiem działalności pratotechnicznej wpływającej na wysokość plonowania [Figuła 1958]. Jednym z czynników decydujących o wysokości plonowania zbiorowisk trawiastych jest sposób ich użytkowania [Piekut, 1997]. W przypadku roślinności trawiastej zasadnicze różnice w ilościach odciekającej wody występują zarówno w sumach miesięcznych jak i łącznie w okresie wegetacji pomiędzy łąkowym i pastwiskowym użytkowaniem runi. Wraz ze wzrastającą częstotliwością koszenia runi następuje bowiem zmniejszenie plonów pociągające za sobą zmniejszenie ilości wody zużywanej w procesie ewapotranspiracji. Powoduje to z kolei wzrost ilości wody odciekającej ze strefy nienasyconej gleby (rys. 1).



**Rysunek 1.** Miesięczne wartości opadów atmosferycznych i odpływów spod łąki i runi o wysokości 8-15 cm w okresie wegetacji (średnio z lat 1987-1995); 1 - opad atmosferyczny; odpływ spod: 2 - łąki z wodą gruntową, 120 N; 3 - łąki z wodą gruntową, 360 N; 4 - runi z wodą gruntową, 120 N; 5 - łąki bez wody gruntowej, 120 N; 6 - łąki bez wody gruntowej 360 N

**Figure 1.** Monthly values of precipitation and runoff from variously fertilized meadow in winter and spring Ten days outflows from meadow, pasture and swart [mm] (average from 1987-1995); 1 - precipitation, runoff from: 2- meadow ground water, 120 N; 3 - meadow ground water, 360 N; 4 - swart ground water 120 N; 5 - meadow without ground water, 120 N; 5 - meadow without ground water, 360 N;

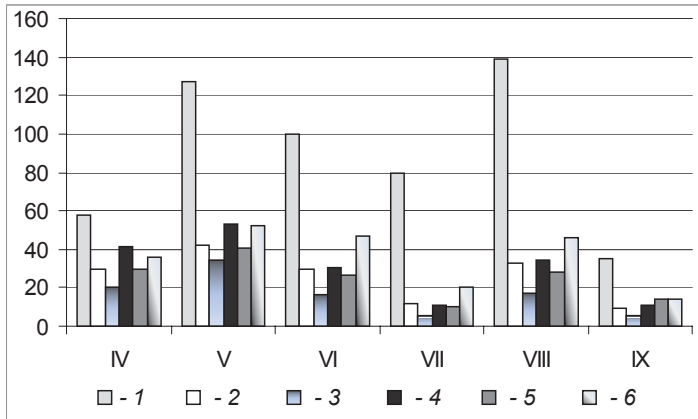
Najmniejsze odcieki notujemy spod łąki 3-końskiej, a największe z runi o stałej wysokości 8-10 cm (koszonej w odstępach dekadowych). Przy średnim opadzie okresu wegetacji lat 1987-1995 wynoszącym 538,6 mm ilość wody odciekającej w tym czasie spod łąki była zdecydowanie mniejsza i niewiele przekraczała 120 mm (23,5% opadu atmosferycznego). Odciek z zadarnionej gleby użytkowanej pastwiskowa wyniósł około 165 mm (30,6% opadu atmosferycznego). Zwiększanie częstotliwości koszenia (koszenie w odstępach dekadowych), powodujące zmniejszenie plonowania w stosunku do łąki i pastwiska, przyczynia się do wzrostu ilości wody odciekającej z profilu glebowego. Wartości odcieków w okresie wegetacyjnym spod runi o stałej wysokości 8-10 cm (odpowiadającej w praktyce pastwiskom użytkowanym w systemie wolnego wypasu), wynosiły 214,7 mm (prawie 40% opadu atmosferycznego).

O wpływie wysokości plonowania (a pośrednio ewapotranspiracji) na wielkość infiltracji wody z ryzosfery użytków zielonych świadczą także zamieszczone na rysunku 1 wartości odcieków z różnie nawożonej łąki i pastwiska. W przypadku łąkowego użytkowania runi zastosowanie nawożenia (przyczyniającego się do wzrostu plonowania) spowodowało zmniejszenie średniego odpływu z 154,3 mm do 98,8 mm. W przypadku użytkowania pastwiskowego zastosowanie nawożenia spowodowało zmniejszenie infiltracji ze 180,5 mm do 149,5 mm.

Wartości odpływów w okresie wegetacji z użytków zielonych zależą również od sposobu ich zasilania w wodę (rys. 2).

Przeprowadzona analiza wariancji dowiodła istotnie większych średnich sumarycznych z okresu wegetacji i miesięcznych ilości wody odpływającej z profilu glebowego łąki ze stałym poziomem wody gruntowej na głębokości 0,6 m w stosunku do łąki nie zasilanej wodami gruntowymi, a korzystającej jedynie z wód opadowych.

Odcieki z zadarnionego profilu glebowego przyjmują różne wartości w kolejnych miesiącach okresu wegetacyjnego. Uwarunkowane to jest z jednej strony zróżnicowanymi sumami opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach, a z drugiej stanem szaty roślinnej i ilościami wody zużywanej na ewapotranspirację. Z ruszeniem wegetacji potrzeby wodne roślinności znajdującej się w początkowej fazie wzrostu nie różnią się istotnie od siebie. W profilu glebowym znajdują się ponadto znaczne zapasy wody, pochodzącej z wiosennych roztopów, a ilość wody odciekającej z gleby w tym okresie uzależniona jest głównie od wielkości opadów atmosferycznych. Wraz ze wzrostem traw zmienia się ich zapotrzebowanie na wodę, co uwidacznia się stopniową zmianą wartościach odcieków. Zarejestrowane dekadowe wartości odcieków z łąki mieściły się w przedziale od 0,8 do 28,6 mm. Odcieki z pastwiska we wszystkich dekadach są większe i wynosiły od 1,7 do 34,8 mm (rys. 2).

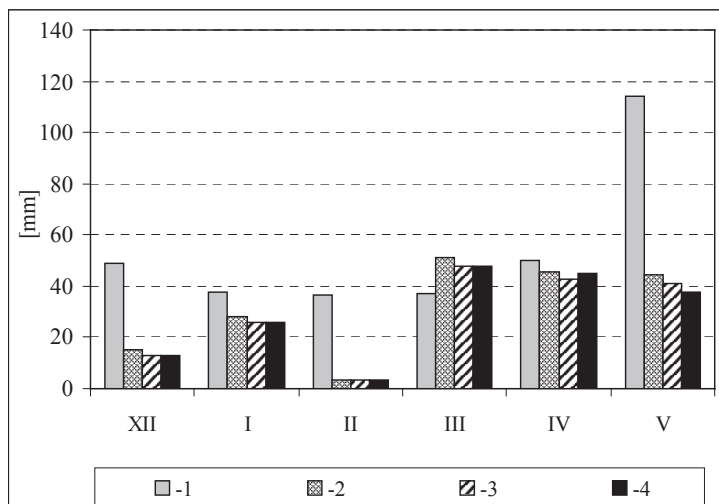


**Rysunek 2.** Miesięczne wartości opadów i odpływów spod pastwiska i łąki oraz runi ze zróżnicowanym poziomem wody gruntowej [mm] (średnie z 1987-1995). 1 – opad atmosferyczny, odpływ spod: 2 – pastwiska bez wody gruntowej, 3 – łąki bez wody gruntowej, 4 – łąki z wodą gruntową na poziomie, 5 - runi z wodą gruntową, 6 - runi bez wody gruntowej

**Figure 2.** Monthly values of precipitation and runoff from pasture, meadow and swart with diversified groundwater level (means for 1987-1995). 1 - precipitation, runoff from: 2 - pasture without ground water, 3 - meadow without ground water, 4 - meadow ground water, 5 - swart ground water, 6 - swart without ground water

W okresie pozawegetacyjnym obserwujemy osłabienie zróżnicowania wartości odcieków. Od października notujemy stopniowe zmniejszanie się różnic pomiędzy ilościami wody odciekającej z profilu glebowego różnie użytkowanej runi. W miesiącu lutym następuje całkowita niwelacja różnic między odciekami, a w marcu ich sumy często przewyższają ilość wody dostarczonej w tym okresie z opadami atmosferycznymi (co spowodowane jest roztopami wiosennymi). Analiza uzyskanych wyników dowiodła, że w okresie grudzień-marzec zmiany w ilościach wody odpływającej z zadarnionego profilu glebowego uwarunkowane są głównie rozkładem temperatury powietrza oraz zmianami temperatury gleby do głębokości 5 cm [Misztal, 2000].

Przytoczone w opracowaniu wyniki badań oraz ich analiza dowiodły, że poprzez różnorodny sposób użytkowania zbiorowisk trawiastych i zabiegi Prattotechniczne, różnicujące warunki transformacji opadu atmosferycznego w odciek wody z ryzosfery użytków zielonych, możliwe jest kształtowanie jego wielkości. W sytuacji kiedy działania antropogeniczne obejmują większe powierzchnie mogą oddziaływać istotnie na obieg wody w zlewniach rolniczych.



**Rysunek 3.** Miesięczne wartości opadów atmosferycznych i odcieków spod różnie nawożonej łąki w okresie zimy i wiosny (średnio z lat 1982-1990): 1 - opad atmosferyczny; odpływ spod: 2 - łąki bez wody gruntowej, bez N, 3 - łąki bez wody gruntowej, 120 N, 4 - łąki bez wody gruntowej, 240 N

**Figure 3.** Monthly values of precipitation and runoff from variously fertilized meadow in winter and spring (means for 1982-1990): 1- precipitation; runoff from under: 2 - meadow without ground water, without N; 3 - meadow without ground water, 120 N; 4 - meadow without ground water, 240 N

## WNIOSKI

1. Znaczna część rocznego odcieku wody z profilu glebowego ma miejsce w okresie wegetacyjnym, co związane jest z dużo większymi opadami atmosferycznymi tej części roku w stosunku do okresu pozawegetacyjnego. Wartość odcieków notowanych w okresie kwiecień-wrzesień stanowi dla użytków zielonych około 60% sumy rocznej.

2. Ilość wody odciekającej z profilu glebowego użytków zielonych w okresie wegetacyjnym zależy od sposobu ich użytkowania. Największe odcieki w trakcie okresu wegetacyjnego notuje się wiosną, przy słabo rozwiniętej szacie roślinnej i znacznych zapasach w glebie wody pochodzącej z wiosennych roztopów.

3. W okresie wegetacyjnym istnieje wyraźna zależność ilości wody odciekającej z profilu glebowego użytków zielonych od wysokości plonów. Większe plonowanie powoduje zróżnicowanie ilości wody zużywanej w procesie ewapotranspiracji. Najmniejsze odcieki mają miejsce przy łąkowym użytkowa-

niu runi (zbiór trzech pokosów). Wraz ze wzrostem częstotliwości koszenia wzrastają ilości odciekającej wody.

### BIBLIOGRAFIA

- Dobrzański B., Gliński J., Guz T., Pomian J., 1958. *Gleby terenu dorzecza Białej Wody*. Roczn. Nauk Roln. t. 72 Ser. F s. 963-992.
- Figuła K., 1958. *Badania nad gospodarką wodną górskich użytków zielonych. Wyniki obserwacji nad stosunkami wodnymi terenów wypasowych w Jaworkach cz. I* Roczn. Nauk Roln. Ser. F t. 72 z. 3 s. 1131-1187.
- Hess M., 1965. *Piętra klimatyczne w Polskich Karpatach Zachodnich*. Warszawa: PWN ss. 258.
- Kopeć S., Misztal A., Czemerda A., 1985. *Kształtowanie się podstawowych czynników klimatycznych w Jaworkach w latach 1956-1980*. Wiad. IMUZ t. 15 z. 2. s. 265-298.
- Kopeć S., Misztal A., Nowak K., 1992. *Kształtowanie się podstawowych czynników klimatycznych w rejonie Jaworek w latach 1981-1990*. Mater. Infor. nr. 19 Falenty IMUZ ss. 28.
- Misztal A., 1996. *Charakterystyka agroklimatyczna regionu Jaworek*. Wiad. IMUZ t. 18 z. 4 s. 95-109.
- Misztal A., 2000. *Odpyływanie wody i ewapotranspiracja w warunkach zróżnicowanego rolniczego użytkowania gleby górskiej w rejonie Małych Pienin*. Rozpr. habil. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 119
- Piekut K., 1997. *Stan zrównoważenia ekosystemów łąkowych w warunkach zróżnicowanej gospodarki wodno-pokarmowej*. Rozpr. Nauk. i Monogr. Warszawa: Wydaw. SGGW. ss.120.
- Słupik J., 1972. *Spyływanie powierzchniowy na stokach górskich Karpat fliszowych*. Gosp. Wodna nr 7 s. 290-295.

Prof. dr hab. inż. Andrzej Misztal  
Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja  
Al. Mickiewicza 24/28,  
30-059 Kraków

Recenzent: *Prof. dr hab. Krzysztof Ostrowski*