

METODA OBLICZANIA ZMIAN RETENCJI I ZUŻYCIA WODY
PRZEZ ROŚLINNOŚĆ ŁAKOWĄ
ORAZ NIEDOBORÓW WODY W ZMURSZONYM TORFIE I CZĘSTOTLIWOŚĆ
WYSTĘPOWANIA ICH W WIELOLECIU

Eugeniusz Hohendorf

WSTĘP

Dla racjonalnej gospodarki wodnej łąk na torfach w zmiennych warunkach przebiegu pogody w Polsce konieczny jest dokładny i prosty sposób oceny zużycia wody przez rośliny. Dotychczasowe sposoby obliczeń doprowadziły niekiedy do znacznie różniących się, a nawet niewiarygodnych ocen zużycia wody czy parowania terenowego łąk wskutek nietrafnych założeń, braku samokontroli, stosowania nieprzydatnych aparatów, niewłaściwego powiązania aktywnych parametrów lub uwzględniania danych zbytecznych. Dla wyznaczenia zużycia wody lub optymalnej potrzeby roślinności łąkowej fundamentalne znaczenie posiada zmiana retencji.

Pomiary polowe bezpośrednio różnymi sposobami związane były z nieuniknionymi błędami, w tym najpowszechniejszy z powodu niewłaściwych terminów, które z konieczności uzależniono od rozpoczęcia wzrostu runi łąkowej i pokosów. Z poprzednich badań autora okazało się, że plon siana liniowo zależy od pięciu parametrów biometeorologicznych, dla których uzyskano wysoki współczynnik korelacji od 0,850 do 0,950. Postanowiono więc zbadać, od jakich parametrów biometeorologicznych i plonu siana zależy zmiana retencji wodnej w torfach bez i z podsiąkiem wody gruntowej. Uzyskany wynik pozytywny wskazał dalszy kierunek badań, dotyczący zużycia wody, jej potrzeb dla roślin łąkowych na torfie zmurszonym bez i z podsiąkiem wody gruntowej oraz możliwość oceny niedoborów i częstotliwości ich występowania w wieloleciu.

METODA OPRACOWANIA

Plony siana (Q) z 12 lat dwukośnej łąki i zmiany retencji wodnej (dR) w każdym z 24 okresów w silnie zmurszonym torfie, bez możliwości podsiąku wody do 60 cm warstwy, uzyskano z badań melioracyjnych Brandyka [3]. Odpowiednie dla okresów (B) sumy opadów atmosferycznych (P), usłonecznienia (U), sumy temperatur (T) i niedosyty wilgotności powietrza (D) przyjęto z pobliskiej stacji meteorologicznej Rozważyn, położonej w środkowej dolinie Noteci. Dla tych samych parametrów dane pomiarowe z 22 okresów uzyskano z Zakładu Doświadczalnego IMUZ w Biebrzy koło Grajewa [4]. Po obliczeniu wszystkich możliwych współczynników korelacji między parami parametrów metodą najmniejszych kwadratów wyznaczono relacje zmian retencji od plonów siana i sum opadów atmosferycznych, a następnie zależności od trzech, czterech, pięciu i sześciu parametrów. Wynik przeliczeń wykazał, że wraz ze wzrostem ilości parametrów w relacji, współczynniki korelacji wielokrotnych nie wzrastały, lecz malały nierównomiernie. Należało się obliczyć metodą Gaussa testy dla każdej relacji w celu oceny istotności współczynników cząstkowych przy poszczególnych parametrach [1]. Jeśli choć jeden współczynnik cząstkowy przy którymś z parametrów był nieistotny, uznawano relację za nieprzydatną do zastosowań, tym bardziej gdy współczynnik korelacji wielokrotnej był mniejszy niż relacji istotnej. W ten sposób wyeliminowano relacje zbędne, pozostawiając zależności zmian retencji od istotnie kształtujących ją parametrów.

Zgodnie z bilansem wodnym Pencka-Oppokowa zużycie wody (Z) przez roślinność wyznacza relacja (A)

$$Z = P + dR \quad (A)$$

Znając zmianę retencji w torfie z podsiąkiem z wody gruntowej, zaspokajającym wymagania roślin łąkowych, ustalono dla nich potrzebę wodną (Z_p). Zużycie wody przez łąkę na zmurszonym torfie bez podsiąku oznaczmy symbolem Z_{bp} . Łąka taka zużywać może mniej wody niż dodatkowo zasilana przez podsiąk z wody gruntowej i dlatego niemal w każdym okresie (do pokosu) występuje pewien niedobór wody (N), który obliczyć należy z relacji (B).

$$N = Z_p - Z_{bp} \quad (B)$$

Oczywiste jest, że niedobory wody należy obliczać z różnic zuży-

cia wody z tych samych okresów lub, jeśli potrzeba wodna jest uśredniona (\bar{Z}_p) - z szeregu pomiarów, gdyż wówczas odjemna jest stała.

$$N = \bar{Z}_p - Z_{bp} \quad (\text{Ba})$$

Znając niedobory wody dla łąki na torfie zmurszonym z wielu okresów, nie trudno ocenić ich częstotliwość bezwzględną oraz wyrażoną w procentach występowania n , choć i tu konieczna jest rozważa.

Zmiana retencji w 60 cm warstwie torfu
bez możliwości podsiąku z wody gruntowej dla łąki

Na podstawie znanych zmian retencji (dR), plonów i biometeorologicznych parametrów ustalono opisanymi metodami siedem relacji i dla każdej z nich obliczono współczynnik korelacji wielokrotnej oraz testy do oceny istotności współczynników cząstkowych przy uwzględnionych parametrach. Wyniki przeliczeń zestawiono w tabeli 1.

Przed wszystkim zauważyć należy, że współczynniki korelacji wielokrotnych o trzech, czterech, pięciu, a szczególnie o sześciu parametrach były mniejsze niż przy zależności zmian retencji tylko od sum opadów atmosferycznych i plonów siana. Gdy oprócz tych dwóch parametrów uwzględni się temperaturę powietrza, usłonecznienie i niedosyty wilgotności powietrza, a tym bardziej okresy oddzielnie czy w zespołach, testy dla nich wykazują ich nieistotność. Wyniki te wskazują również, że plon siana w relacji o dwóch zmiennych reprezentuje wyczerpująco pozostałe parametry biometeorologiczne. Zatem zmianę retencji wodnej w torfie bez podsiąku (dR_{bp}) pod zwartą roślinnością łąkową wystarczająco dokładnie wyznacza relacja:

$$dR_{bp} = -0,6354 P + 0,6006 Q + 81,06 \quad (1)$$

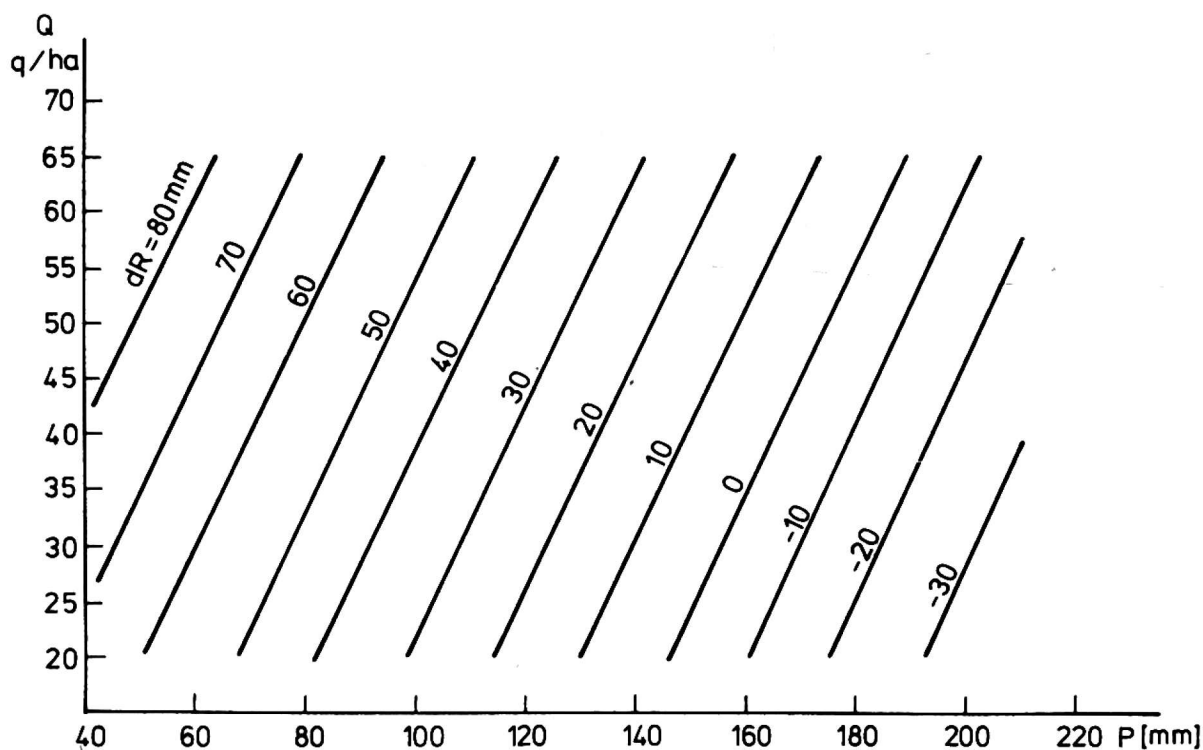
Wartość wolnego wyrazu 81,06 relacji (1) ocenia potencjalny zasób dostępnej wody, jaki może roślinność łąkowa pobrać za okres z określonego torfu oprócz minimalnej sumy opadów atmosferycznych w danym regionie. Na rysunku 1 izoretenty - linie jednakowych zmian retencji - w silnie zmurszonym torfie uzależniono od sum opadów (P) za okres i plonów siana (Q). Pole zmian retencji uwzględnia ujemne ich wartości, odpowiednikiem których są nadmiary wody dla roślin łąkowych dla tej odmiany torfu. Gdy najmniejsza suma opadów za okres w wieloletiu wynosić będzie około 50 mm, a plon siana około 5 t/ha, dodatkowy pobór

T a b e l a 1

Ocena zmian retencji wodnej w torfie pod łąką bez możliwości podsiąku
w zależności od plonów siana i przydatności parametrów biometeorologicznych

Ip.	Relacja	Testy dla współczynników cząstkowych przy parametrach							t _{tab.}
		R	P	Q	T	U	D	B	
1.	$\Delta R = -0,6354P + 0,6006Q + 81,06$	0,947	10,57	3,09					2,09
2.	$\Delta R = -0,7891P + 0,8578Q + 0,0179T + 73,58$	0,931	11,1	3,30	0,16				2,10
3.	$\Delta R = -0,5925P + 0,4736Q - 0,0236U + 92,04$	0,921	9,70	1,58		0,56			2,10
4.	$\Delta R = -0,6066P + 0,6583Q + 0,1727B + 60,94$	0,921	21,4	3,07				0,45	2,10
5.	$\Delta R = -0,7805P + 0,8575Q + 0,07T - 0,1348U +$ $+ 0,032D + 75,73$	0,925	9,36	5,47	7,02	2,24	0,71		2,11
6.	$\Delta R = -0,647P + 0,888Q + 0,0166T + 0,0024U +$ $+ 0,1089B + 33,65$	0,923	6,16	2,27	0,64	0,09		0,23	2,11
7.	$\Delta R = -0,8086P + 0,4557Q + 0,0697T - 0,1387U +$ $+ 0,0224D + 0,277B + 80,22$	0,893	5,99	1,03	2,07	1,56	0,28	0,50	2,11

wody przez roślinność łąkową powinien osiągnąć (prócz opadów) około 80 mm, a więc być zbliżony do potencjalnego zasobu dostępnej wody, wykazanej przez zmianę retencji w relacji (1) (rys. 1).



Rys. 1. Izoretenty wodne dla torfów jednakowo nawożonych bez możliwości podsiąku (w zależności od sum opadów atmosferycznych za okres i plonów siana) w rejonie środkowej Noteci

Zmiany retencji wodnej w torfie z podsiąkiem wody gruntowej dla roślinności łąkowej

Podobnie jak powyżej, na podstawie znanych plonów siana z łąki i biometeorologicznych parametrów wyznaczono relacje (9-15) uzależniające od nich zmiany retencji, gdy zachodziła możliwość podsiąku wody gruntowej. Wyniki przeliczeń zestawiono w tabeli 2. Z wartości kolumny 3 tabeli 2 wynika, że współczynnik korelacji dwukrotnej (R), uzależniający zmianę retencji wodnej w torfie o możliwym podsiąku z wody gruntowej od sum opadów atmosferycznych i plonów siana, był większy niż przy pozostałych relacjach (9-14). Ponadto cząstkowe współczynniki relacji (8) były istotne. Przegląd testów relacji (9-15) wykazał natomiast, że przynajmniej jeden współczynnik cząstkowy

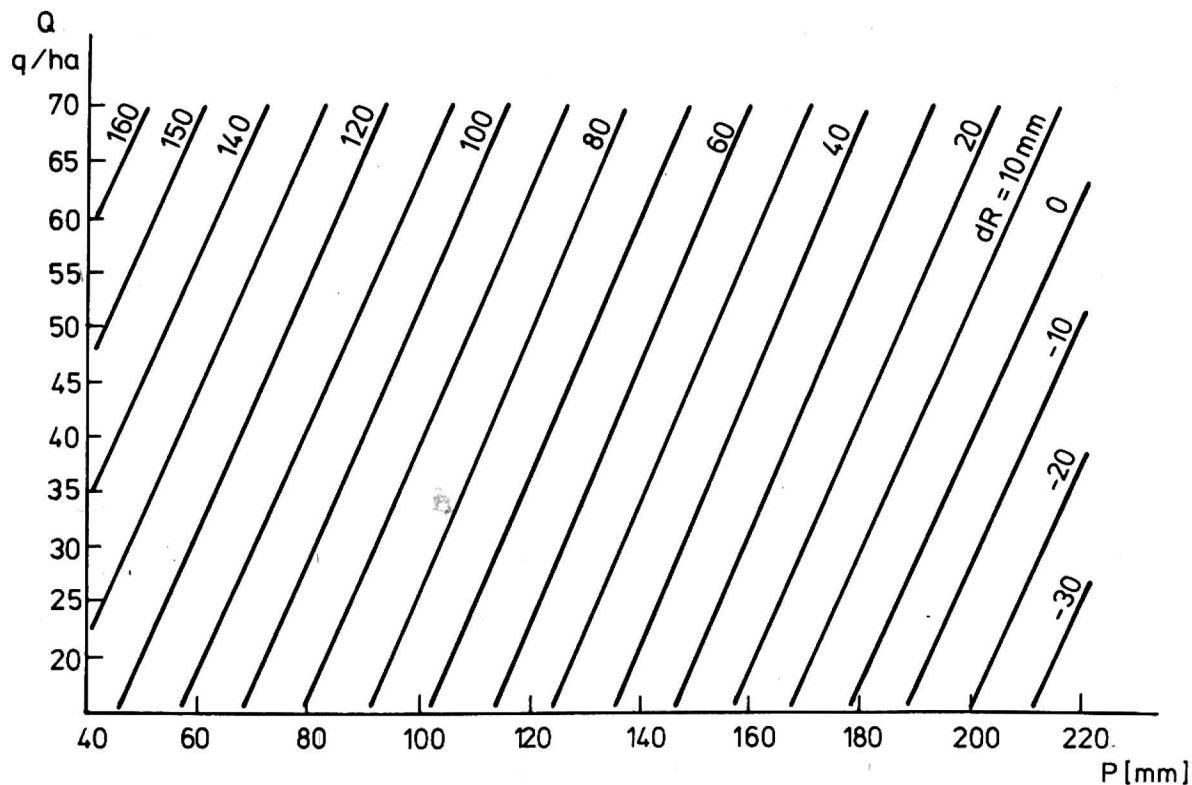
Ocena zmian retencji wodnej w torfie pod łąką przy możliwym podsiąku
w zależności od plonu siana i przydatności parametrów biometeorologicznych

Lp.	Relacja	Współczynnik korelacji					Testy dla współczynników przy parametrach					t _{tab.}
		R	P	Q	T	U	D	B				
8.	$dR_{16} = -0,9123P + 0,7827Q + 150,00$	0,974	16,23	3,19								2,04
9.	$dR_{17} = -1,0123P + 1,5144Q + 0,0706T + 58,83$	0,952	11,64	2,27	1,73							2,10
10.	$dR_{16} = -0,8813P + 0,8774Q + 0,0649U + 132,58$	0,950	17,92	2,92		1,95						2,10
11.	$dR = -0,9799P + 0,3821Q + 0,0496D + 157,25$	0,952	12,00	4,51			0,95					2,10
12.	$dR = -0,9806P + 0,9959Q + 1,177B + 66,73$	0,953	15,12	4,05					1,92			2,10
13.	$dR = -1,0526P + 1,4428Q + 0,551T + 0,0237U + 71,24$	0,952	3,71	7,61	0,91	0,37						2,11
14.	$dR = -1,0631P + 1,5576Q + 0,065T + 0,0419U - 0,04170 + 62,82$	0,957	5,73	5,64	1,29	0,20	0,79					2,11
15.	$dR = -1,0852P + 1,6720Q + 0,0649T - 0,0270U - 0,0174D + 1,07B + 13,67$	0,983	8,35	3,41	0,30	1,04	0,06	1,77				2,11

przy parametrze biometeorologicznym w każdej z nich okazał się nieistotny. Zatem nie relacje (9-15) mogą być przydatne do oceny zmian retencji. Nieistotność parametrów biometeorologicznych w relacjach (9-15), z wyjątkiem sum opadów atmosferycznych, w porównaniu z relacją (8)

$$dR_p = -0,9123 P + 0,7827 Q + 150,06 \quad (8)$$

wskazuje, że i w tym przypadku plon siana wystarczająco je reprezentuje w ocenie zmiany retencji. Wynik ten jest potwierdzeniem powszechnie uznawanego przez rolników poglądu, że plon siana zależy od przebiegu pogody.



Rys. 2. Izoretenty wodne dla torfów jednakowo nawożonych z możliwością podsiąku (w zależności od sum opadów atmosferycznych za okres i plonów siana) w rejonie Biebrzy

Na rysunku 2 według relacji (8) przedstawiono izoretenty z torfu, w którym możliwy był również podsiąk z wody gruntowej.

Izoretenty umożliwiają przybliżoną ocenę zmian retencji wodnej w 60 cm warstwie, gdy znane są aktualnie sumy opadów atmosferycznych i plony siana z łąki na torfie. W relacji (8) wolny wyraz 150,06 mm - to potencjalny zasób w badanym torfie średnio zmurszonym wody dostęp-

nej dla roślinności łąkowej przy minimalnej sumie opadów atmosferycznych za okres.

W 1963 r. w I okresie suma opadów wynosiła $P_{631} = 54$ mm, a plon $Q_{631} = 5,7$ t/ha. Na rysunku 2 tym wartościom odpowiada retencja około 148 mm, według relacji (8) $dR_{ob} = 145$, a z pomiaru $dR_p = 121$. Która z tych wartości jest dokładniejsza, trudno ustalić, ale warto zauważyć, że wartość $dR_{obl.}$ oparto na wielu pomiarach, zaś dR_p jest efermerydą.

Ponieważ zmiany retencji w torfie z podsiąkiem lub bez podsiąku (8) czy (1) uzależnione są wyłącznie od sum opadów (P), plonu siana (Q) i dostępnej wody w najbardziej posuszonym w wieloletnim okresie (K), relację wyrazimy w postaci ogólnej:

$$dR = aP + bQ + K \quad (C)$$

Szczegółowe wartości współczynników a, b, K nazwano stałymi lokalnymi siedliska łąkowego. Uzyskanie ich wymaga pomiarów dR, P i Q co najmniej z 16-20 okresów, przy jednakowym corocznie nawożeniu łąk na danym torfie.

Zużycie wody przez roślinność łąkową na torfie

Gdy do znanego bilansu wodnego Pencka-Oppokowa (A), uzależniającego zużycie wody (Z) przez roślinność łąkową od sumy opadów i zmiany retencji, podstawimy również w postaci ogólnej zamiast dR równoważne wyrażenie (C) - otrzymamy:

$$Z_{bp} = (1 + a)P + rQ + K \quad (E)$$

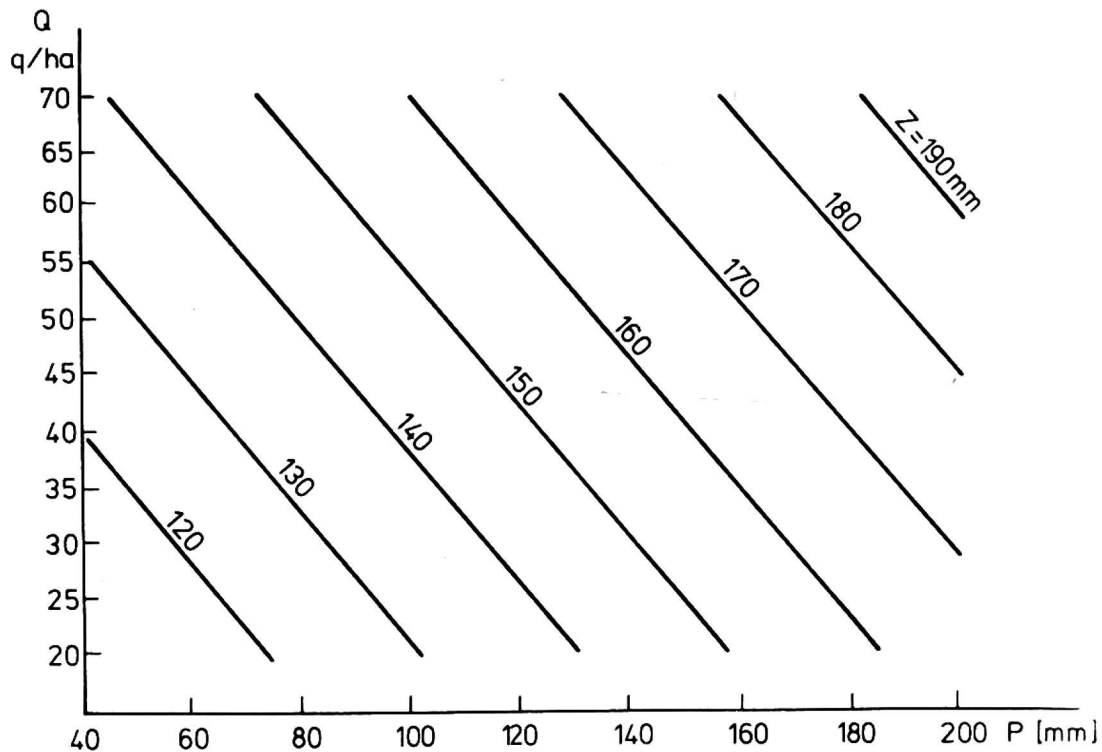
Relacja (E) jest bilansem rolniczo-biometeorologicznym dla łąk na torfach. W szczególności zużycie wody przez roślinność łąkową na torfie bez możliwości podsiąku, zgodnie z relacją (1), przyjęło postać:

$$Z_{bp} = 0,3646 P + 0,6006 Q + 81,06 \quad (1a)$$

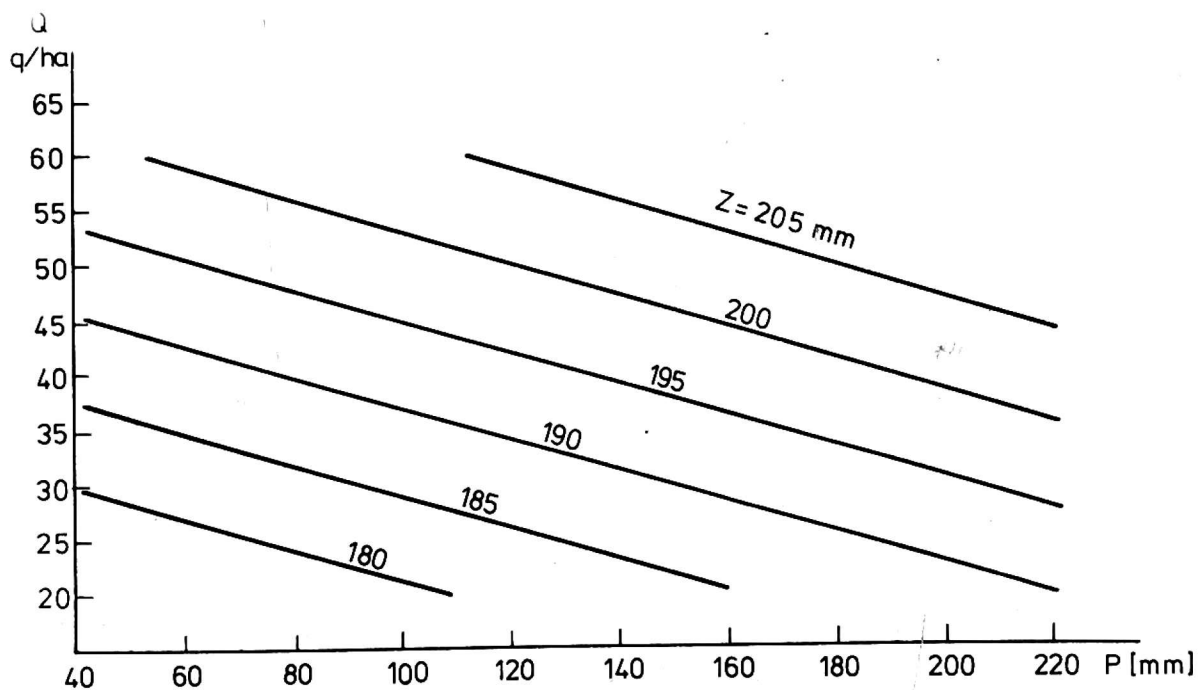
Na rysunku 3 przedstawiono według relacji (1a) izoakwy - linie jednakowego zużycia wody przez roślinność łąkową z torfu nawożonego bez możliwości podsiąku wody gruntowej w rejonie środkowej Noteci.

Podobnie, korzystając z relacji (8), zużycie wody za okres przez łąkę na torfie o możliwym podsiąku wyraża relacja (8a)

$$Z_p = 0,0877 P + 0,7827 Q + 150,06 \quad (8a)$$



Rys. 3. Izoakwy dla łąk na torfie bez możliwości podsiąku (w zależności od sum opadów atmosferycznych i plonów siana) w rejonie środkowej Noteci



Rys. 4. Linie jednakowego zużycia wody za okres przez roślinność łąkową - izoakwy uzależnione od sum opadów atmosferycznych i plonów siana na torfie z możliwością podsiąku w rejonie Biebrzy

Dla niej izoakwy przedstawiono na rysunku 4. Dla każdej sumy opadów atmosferycznych za okres w granicach 45-220 mm, gdy znany plon siana z łąki z torfu bez lub z podsiąkiem (przy stałym nawożeniu) łatwo odczytać z rysunków 3. lub 4 ilość wody pobranej przez roślinność z tych dwóch badanych torfów.

Uzyskane szczegółowe relacje (1a) i (8a) mają oczywiście tylko lokalne znaczenie dla obliczenia zużycia wody, gdy znane są plony i sumy opadów atmosferycznych z wielu okresów. Mogłyby być przydatne do dokładnej oceny niedoborów wody dla roślin łąkowych na silnie zmurszonym torfie, gdyby dane były z tego samego regionu. Niestety, brakowało odpowiednich danych z regionu środkowej Noteci. Relacja (8a) umożliwia ocenę potrzeb wodnych łąki wskutek podsiąku z wody gruntowej, zaspokajając wymagania optymalne roślinności łąkowej na torfie, ale w odległym od Środkowej Noteci regionie Biebrzy. Podjęto jednak próbę wykorzystania relacji (8a) do oceny orientacyjnej niedoborów wody N zgodnie z relacją (B).

Orientacyjna ocena niedoborów wody dla łąki na silnie zmurszonym torfie w rejonie środkowej Noteci

Tylko dla 20 okresów jednoczesnych można było obliczyć zużycie wody przez łąkę na silnie zmurszonym torfie bez podsiąku (Z_{bp}) i z podsiąkiem (Z_p) oraz niedobory (N) według relacji (B). Wartości szczegółowe tych wielkości zamieszczono w tabeli 3.

Przegląd wartości w kolumnach 3 i 7 tabeli 3 wskazuje, że zużycie wody przez łąkę na torfie z podsiąkiem różniło się nieznacznie w porównaniu ze średnią wartością z I okresu - 201,5 mm i z II - 191,7 mm.

Podsiąk umożliwił wystarczające zaopatrzenie w wodę roślin łąkowych, a więc i ustalenie dla nich optymalnej potrzeby. Dla łąki z podsiąkiem w rejonie Biebrzy przyjęto, jako optymalną potrzebę $Z_p = 195$ mm. Zużycie wody przez rośliny łąkowe na silnie zmurszonym torfie (kolumny 4 i 8 tab. 3) z poszczególnych okresów wykazały znaczne zróżnicowanie od 108 do 188 mm, a niedobory od 10 do 92 mm.

Podkreślić należy, że w okresach drugiego pokosu w 1960 i 1961 r. przy obfitych opadach łąka na silnie zmurszonym torfie w rejonie środkowej Noteci zużyła 188 i 187 mm wody, zbliżając się do optymalnych potrzeb, jakie przyjęto dla łąki z podsiąkiem $Z = 195$ mm z rejonu Biebrzy.

T a b e l a 3

Zużycie wody przez łąkę na silnie zmurszonym torfie (Z_{bp})
i z podsiąkiem (Z_p) oraz przybliżone niedobory N w mm
z I i II okresu w latach 1959-1969

Rok	Okres	Z_p	Z_{bp}	N_I	Okres	Z_p	Z_{bp}	N_{II}	N_{sr_I}	$N_{sr_{II}}$
1959	I	200,0	108,3	92,3	II	211,2	169,2	42,0	85	54
1960		206,2	150,4	55,8		203,4	187,8	15,6	45	35
1961		211,1	179,2	31,9		205,8	187,3	18,5	16	37
1962		198,9	173,9	25,0		185,9	169,0	16,9	21	57
1963		199,6	131,3	68,3		195,1	140,3	54,8	64	84
1964		202,8	131,2	71,6		187,0	157,9	29,1	64	73
1965		207,0	159,6	47,4		186,0	140,2	45,8	36	84
1966		200,8	140,5	60,3		192,4	182,4	10,0	55	50
1968		189,5	165,5	24,0		172,0	125,0	47,0	29	98
1969		198,9	139,9	59,0		178,1	128,7	49,4	55	84

T a b e l a 4

Częstotliwość występowania niedoborów wody dla łąki
na silnie zmurszonym torfie

Przedziały w mm	Poniżej 20	21-40	41-60	61 i wyżej
Częstotliwość występowania niedoborów	4	4	9	3
W procentach	20	20	45	15

Choć uzyskano niewielkie niedobory, przyjmując przedziały do 20 mm, obliczono częstotliwość ich występowania. Najczęściej występujące niedobory wody dla łąk na silnie zmurszonym torfie w środkowej Noteci wynoszą od 40 do 60 mm. Wartości kolumn 5 i 9 byłyby dokładne tylko wówczas, gdyby w rejonie środkowej Noteci i Biebrzy sumy opadów w tych samych okresach różniły się nieznacznie, a takiej zgodności nie stwierdzono. Dlatego też obliczono i zamieszczono w kolumnach 10 i 11 tabeli 3 niedobory odniesione do jednolitej potrzeby wodnej

$Z_p = 195$ mm za okres dla łąki na torfie z podsiąkiem w rejonie Noteci. Częstotliwość występowania w przedziałach okazała się równomierna i wynosiła w 4 grupie poniżej 20 mm, w 6 w przedziale 21-40 mm, a w pozostałych po 5. Rozrzut niedoborów obliczony w odniesieniu do stałej potrzeby od 8 do 70 był wydatnie zawężony. Badana ilość obserwacji niedoborów jest niewystarczająca, lecz istnieje możliwość ich zwiększenia. Przyjmując potrzebę wodną dla łąki z podsiąkiem w rejonie środkowej Noteci $Z_p = 195$ oraz relację (1a), orientacyjne niedobory wody dla łąki na silnie zmurszonym torfie wyraża relacja (9)

$$N_{bp} = 114 - 0,3646 P - 0,6 Q \quad (9)$$

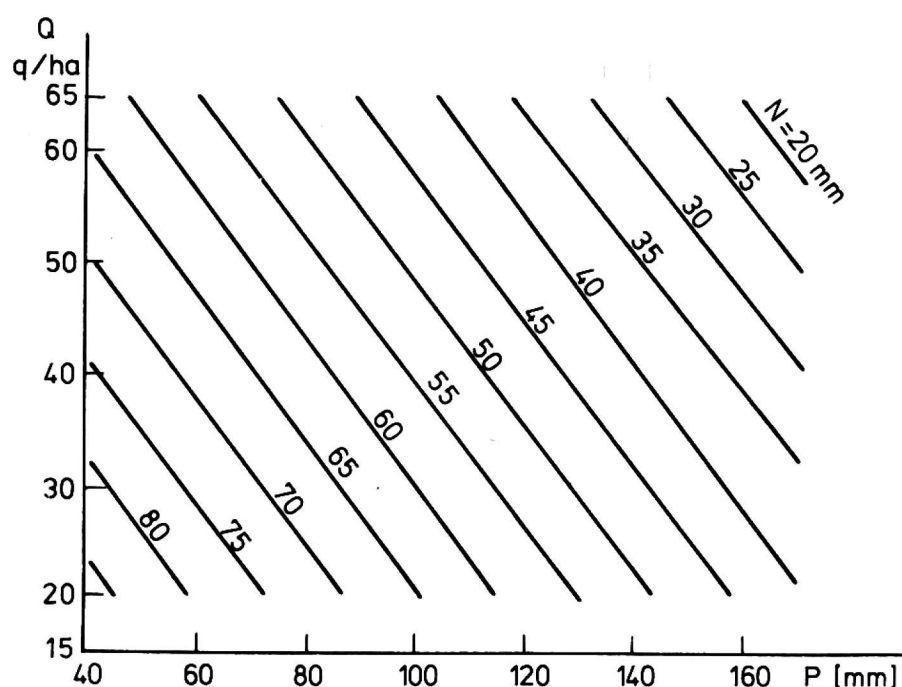
T a b e l a 5

Orientacyjne niedobory wody dla łąki na silnie zmurszonym torfie w dolinie środkowej Noteci w porównaniu z optymalnymi potrzebami w zależności od plonów siana i sum opadów atmosferycznych za okresy

Opady atm. w mm	P=50	P=100	P=150	P=170
Q t/ha	niedobory wody w mm przy $Z_p = 195$ mm			
2	83	65	47	40
3	77	59	41	34
4	71	53	35	28
5	65	47	29	22
6	59	41	23	16

Dla określonych sum opadów przy wzrastających równomiernie plonach obliczono niedobory. Wyniki zestawiono w tabeli 5, a przebieg zmian przedstawiono na rysunku 5. Dla znanych sum opadów za okresy w granicach 50 do 170 mm, przyjmując plony siana w zakresie od 1 do 6 t/ha, obliczono z relacji (7) lub odczytano z rysunku 5 przybliżone niedobory wody dla łąki na silnie zmurszonym torfie w celu dokładniejszej oceny częstotliwości ich występowania w przedziałach.

Gdy uwzględni się sumę opadów z lat 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1956, 1957, 1958, 1970, 1950-1958 i 1970 z I okresu oraz z lat 1951-1956 i 1970 z okresu II lub odczyta z rysunku 1 niedobory (gdy $Q = 5$ t/ha), wówczas łącznie znane będą niedobory z 35 okresów (tab. 6).



Rys. 5. Orientacyjne niedobory wody dla łąki na silnie zmurszonym torfie w środkowej dolinie Noteci w zależności od plonów siana i sum opadów atmosferycznych

T a b e l a 6

Częstotliwość występowania niedoborów wody dla łąk na silnie zmurszonym torfie w rejonie środkowej Noteci

Przedziały opadów w mm	Poniżej 20	21-40	41-60	Powyżej 60	Razem
Częstotliwość	6	8	18	3	35
W procentach	17,2	23,0	51,2	8,6	100

Częstotliwość występowania ich w przedziałach przedstawia się wtedy następująco (tab. 6).

W podobny sposób można zwiększać dokładność oceny występowania niedoborów w przedziałach w wieloletniu. Na 110 lat, czyli 220 okresów w przedziale 41-60 mm, wystąpiło 54,6% niedoborów wody. Celowość nawadniania silnie zmurszonego torfu, jak wynika z przeliczeń, jest całkowicie uzasadniona przy dawce około 50 mm.

UWAGI OGÓLNE

Byłoby błędem wartości zużycia wody czy jej niedoborów, przytoczone w tej pracy dla łąki na silnie zmurszonym torfie, utożsamiać z łąkami o nieznacznym stopniu zmurszenia, a nawet z podobnymi, ale w innym regionie. Uzyskane wartości a , b , k charakteryzują tylko siedlisko łąki lokalnie (w środkowej Noteci). Na wielkim obszarze łąk należy wydzielić mikroregiony o odmiennych stopniach zmurszenia i z możliwością podsiąku, i dla nich ustalić bilanse rolniczo-biometeorologiczne, obliczając współczynniki a , b , k . Do oceny potrzeby wodnej łąki w regionie wystarczą pomiary z 3 czy 4 lat. Mogą one być podstawą do wieloletnich regulacji stosunków wodnych i osiągnięcia wyższych plonów.

WNIOSKI

1. Do oceny wiarygodności relacji zmian retencji wodnych z łąki na torfach, poza biometeorologicznymi parametrami, nieodzowne było obliczenie testów dla ich współczynników cząstkowych.

2. Zużycie wody za dany okres przez roślinność łąkową na torfie z podsiąkiem czy bez zależy tylko od sum opadów atmosferycznych, plonu siana i potencjalnych zasobów wody, dostępnej dla roślin łąkowych w okresie najbardziej posuszonym w danym regionie w wieloleciu. Izorenty będą przydatne do zastosowań w melioracji i łąkarstwie wówczas, gdy nie zachodzi w torfie przepływ tranzytowy wody lub odpływ, a teren jest płaski.

3. Do obliczeń niedoborów wody dla łąki na torfach zmurszonych konieczna jest ocena zużycia wody z torfu z podsiąkiem z tego samego regionu przy identycznym nawożeniu.

4. Izoniedobory wody dla roślinności łąkowej umożliwiły orientacyjną ocenę i zależne były od uzyskanych plonów siana i sum opadów atmosferycznych za okres (rys. 5).

5. Do oceny częstotliwości występowania niedoborów wody dla łąk na zmurszonych torfach należy stosować jak największą ilość obserwacji w wieloleciu.

6. Zastosowanie bilansu rolniczo-biometeorologicznego do oceny zużycia wody przez łąkę z torfów, jej potrzeby, niedoborów i często-

tliwości występowania w przedziałach wskazało na przydatność opracowanej metody do zastosowań, w szczególności w melioracji łąk na torfach zmurszonych.

7. Należałoby przeprowadzić podobne badania w innych regionach celem ostatecznego ustalenia, z ewentualnymi uzupełnieniami czy uproszczeniami opracowanej powyżej metody.

LITERATURA

1. Elandt R.: Statystyka matematyczna w doświadczalnictwie rolniczym, Poznań 1964.
2. Grabarczyk S.: Polowe zużycie wody a czynniki meteorologiczne. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 181, 1976.
3. Hohendorf E., Brandyk T.: Wpływ warunków meteorologicznych i hydrologicznych na plonowanie łąk na silnie zmurszonym torfie w dolinie środkowej Noteci. B.T.N. Prace Wydz. Nauk rol. z. 24, 1, 1976.
4. Hohendorf E., Gotkiewicz J.: Plonowanie łąki w zależności od najważniejszych czynników meteorologicznych i hydrologicznych na średnio zmurszonym torfie w rejonie Biebrzy. B.T.N. Prace Wydz. Nauk rol. 24, 1976.
5. Hohendorf E.: Ocena optymalnych wartości hydrologiczno-meteorologicznych i plonowania łąki na średnio i silnie zmurszonym torfie. Roczn. Rady Nauk. Woj. Bydg. r. V, z. 3, 1, 77 r.
6. Hohendorf E.: O metodzie oceny zależności plonowania łąk, zmian retencji i zużycia wody z torfu od parametrów biometeorologicznych. Zesz. nauk. ATR Bydgoszcz 6, 1979.

Э. Гогендорф

МЕТОД РАСЧЕТА ИЗМЕНЕНИЙ ЗАДЕРЖАНИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДЫ
ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ, А ТАКЖЕ ДЕФИЦИТОВ ВОДЫ
В ОБМУРШЕЛОМ ТОРФЕ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТЫ ИХ ПОЯВЛЕНИЯ В МНОГОЛЕТНИИ

Р е з ю м е

В 24 сезонах определяли урожай сена (дц с гектара), изменения водозадержания (dR мм) в сильно обмурселом торфе без возможности капиллярного подпитывания от уровня грунтовой воды, а также сумму атмосферных осадков (P мм), инсоляцию (U часов), сумму суточных температур ($T^{\circ}C$) и дефицитов влажности воздуха (D мм), а в 22 сезонах

указанные параметры определяли для луга на торфе с возможностью капиллярного подпитывания от уровня грунтовой воды. Оценивали, какие среди указанных параметров и каким образом могут образовывать линейные изменения водозадержания в этих торфах. В качестве критерия пригодности данного соотношения приняли высокое значение коэффициента множественной корреляции (R) и существенность частичных коэффициентов, при расчете для них тестов (t). Расчеты показали, что изменение водозадержания в луговой торфяной почве с капиллярным подпитыванием от уровня грунтовой воды или без него зависит исключительно от суммы атмосферных осадков за период (P), величины урожая сена (Q) и специфического для исследуемого торфа изменения водозадержания (k) для периода с наименьшим осадком в многолетии ($dR = aP + bQ + k$).

Основываясь на водном балансе по Пенку-Оппокову, в котором потребление воды (Z) луговой растительностью определяет соотношение $Z = P + dR$, был составлен сельскохозяйственно-биометеорологический баланс $Z_p = (1+a)P + bQ + k$, позволяющий оценивать потребление воды луговой растительностью на торфе с известными свойствами a , b , k . Изоретенты и изоаквы определяемые на основании свойства торфа могут быть пригодными для целей луговодства и мелиорации данных площадей. Оптимальную потребность в воде определяет луговая растительность на торфе с возможностью капиллярного подпитывания от уровня грунтовой воды (Z_p). Дефицит воды для луга на обмуршелом торфе (N) вытекает из разницы между потребностью в воде и актуальным потреблением воды луговой растительностью (Z_{bp}) на обмуршелом торфе: $N = Z_p - Z_{bp}$.

Исчисленные дефициты позволяют оценить частоту их появления в многолетии в установленных пределах.

E. Hohendorf

METHOD OF CALCULATION OF WATER RETENTION AND CONSUMPTION
BY GRASSLAND PLANTS, WATER DEFICIENCIES IN MUCKED PEAT
AND THEIR OCCURRENCE FREQUENCY IN MANY-YEAR PERIODS

S u m m a r y

Hay yields (Q q/ha), water retention changes (dR mm) in strongly mucked peat without possibility of capillary rise, atmospheric preci-

precipitation sums (P mm), insolation (U hours), daily temperature sums ($T^{\circ}C$) and air moisture saturation deficits (D mb) for 24 seasons and the respective parameters for 22 seasons, but only for a meadow on peat with possibility of capillary rise from the water-bearing layer, were determined. It was estimated, which among the above parameters and in what a way could form linear water retention changes in these peats. As a criterion of usability of the above relations a high value of the multiple correlation coefficient R and significance of partial coefficients were assumed while calculating t tests for them. The calculations have proved that the water retention change in the peat soil under meadow with or without the capillary rise from the water-bearing layer depends only on atmospheric precipitation sum for the period of P , hay yield of Q and atmospheric precipitation change of k , specific for the peat under study, for the season of the lowest precipitation in the many-year period of $R = aP + bQ + k$.

Basing on the water balance after Penck-Oppokow, in which the water consumption of Z by the meadow would be determined by the relation of $Z = P + dR$, the agricultural and biometeorological balance of $Z = (1 + a)P + bQ + k$, enabling to estimate water consumption by the meadow on peat of the known features of a , b , k , has been set up. Isoretents and isoagues determined basing on features of the peat can be of use for the purposes of grassland farming and reclamation of such areas. An optimum water need would be determined by the meadow vegetation on peat with possibility of capillary rise from the water-bearing layer of Z_p . The water deficiency of N for the meadow on mucked peat can be determined from the difference between the water need and the current water consumption of Z_{bp} by the meadow vegetation on mucked peat: $N = Z_p - Z_{bp}$.

The water deficiencies calculated enable to estimate their occurrence frequency in the many-year period within the established intervals.