

METODYKA OCENY CELOWOŚCI NAWODNIEŃ NA PODSTAWIE KRYTERIUM
POSUCH ATMOSFERYCZNYCH

Stanisław Bac

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji, AR we Wrocławiu

WSTĘP

Pojęcie posuchy dotyczy stanów pogody bez opadów, o małym zachmurzeniu, wysokich temperaturach i niedosytach wilgotności powietrza. Podczas takich sytuacji występuje silne parowanie wody, powodujące szybkie wyczerpywanie zasobów wilgoci glebowej. Zapobieganie skutkom posuchy atmosferycznej za pomocą nawodnień pozwala na uniknięcie często katastrofalnych ich skutków w rolnictwie. Wysokie koszty retencji zbiornikowej, następstwa przeznaczania części, zmniejszających się podczas posuchy, zasobów wód powierzchniowych na nawodnienia, koszty i zapotrzebowanie energii dla eksploatacji systemów deszczownianych i in. powodują potrzebę rzetelnej oceny celowości nawodnień. W przejściowym i zmiennym klimacie Polski, przy istniejącym zróżnicowaniu i kontrastach regionalnych, diagnoza tego rodzaju jest szczególnie trudna. Wykorzystywanie wyników badań oraz doświadczeń z zakresu projektowania i eksploatacji przeprowadzonych za granicą, rokuje znikome szanse powodzenia. Dotyczy to przede wszystkim informacji z krajów położonych w odmiennych szerokościach geograficznych lub o wyraźnie zaznaczonym oceanizmie albo kontynentalizmie, na co nakładają się również istniejące tam warunki glebowe, poziom agrotechniki itp. [3].

METODYKA

Dla celów rejonizacji nawodnień, a następnie sposobów ich eksploatacji, konieczne są dokładne opisy warunków klimatycz-

nych. Szczegółowe prace nad problematyką posuch rozpoczął Schmuck [7, 8], Schmuck i Koźmińska [9], zaś dalszy ich rozwój prowadził Koźmiński [5, 6]. Kryterium posuchy obejmuje ciąg dni bez opadów, który kończy dzień lub dwa dni o łącznej sumie opadu powyżej 1 mm. Koźmiński [5, 6] przyjął, że okres bezopadowy, powyżej 10 lub 15 dni przerywa dzień z opadem 1,5 mm, zaś posuchę powyżej 20 dni - powyżej 2 mm. Według Schmucka 9-17 dni bez opadów określa się jako posuchę umiarkowaną, 18-28 dni jako silną i ponad 28 dni jako bardzo silną.

Kaczorowska [4] przyjęła dla okresu miesiąca definicję „suchy”, gdy suma opadów odpowiadała 50 do 74% wartości przeciętnej, „bardzo suchy” - 25 do 49% i „skrajnie suchy” - poniżej 25%.

Przyjmowanie wyłącznie jednego elementu meteorologicznego - braku opadów lub niedoborów w stosunku do wartości przeciętnych wiąże się z założeniem, że straty wody z powierzchni do atmosfery są identyczne, zarówno w czasie, jak i w poszczególnych regionach. Należy więc rozważyć zjawisko posuchy według kompleksowego kryterium - różnicy pomiędzy wskaźnikiem opadu (wyniki standardowych pomiarów sieci IMGW) i wskaźnikiem parowania [1, 2, 3].

WYNIKI BADAŃ

Zestawione w tabeli 1 wartości dotyczą jednej stacji nizinnej i tylko 20-letniego okresu. Sumy opadów półrocza letniego różniły się w skrajnych latach o 280 mm (średnia wieloletnia suma dla Warszawy wynosi 317 mm, Gdańska 322 itd.). W okresie V-VI wahania obejmowały 147 mm, VII-VIII aż 234 mm. IX-X różniły się o 92 mm, zaś półrocza zimowego o 251 mm. Przedstawione dane ilustrują znaczną zmienność i kontrastowość opadów w poszczególnych latach.

Należy rozważyć wielkość błędu, jeżeli dla oceny nie zastosujemy informacji o parowaniu. Wykorzystano wyniki pomiarów parowania z wolnej powierzchni wodnej według ewaporometru Wilda, umieszczonego pod przewiewną osłoną. Podczas półrocza letniego sumy parowania (tab. 1) różniły się o 189 mm, okresów V-VI o 74 mm, VII-VIII o 98 mm, IX-X o 62 mm, zaś w półroczu zimowym o 108 mm. Na tej podstawie nasuwają się wątpliwości na temat oceny posuszości okresów wyłącznie według stosunku sum opadów z konkretnych miesięcy do średnich wieloletnich, nawet przy przyjęciu (błędnego zresztą) założenia, że w okresach o najwyższych sumach opadów występuje najmniejsze parowanie.

Średnie wieloletnie (wiel.), maksymalne (maks.), submaksymalne (submaks.), minimalne (min.), subminimalne (submin.) sumy opadów, parowania i klimatycznych bilansów wodnych według pomiarów Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii AR we Wrocławiu z okresu 1961-80 w mm - wartości zaokrąglone

	IV-IX	rok	V-VI	rok	VII-VIII	rok	IX-X	rok	X-III	rok
Opady	wiel.	379	-	135	-	159	-	89	-	203
	maks.	505	78	217	71	292	80	142	78	368
	submaks.	482	80	188	65	229	77	129	67	286
	min.	225	73	70	80	58	63	50	61	117
	submin.	244	69	74	79	84	79	51	77	120
	ampl.	280	-	147	-	234	-	92	-	251
Parowanie	wiel.	412	-	146	-	153	-	86	-	142
	maks.	497	64	188	79	198	71	122	64	203
wg ewapo-	submaks.	468	69	179	67	187	69	112	65	183
rometru	min.	308	77	114	62	100	77	60	72	95
Wilda	submin.	342	62	119	74	111	61	61	76	102
	ampl.	189	-	74	-	98	-	62	-	108
Klimatyczny	wiel.	-33	-	-11	-	+6	-	+3	-	+61
bilans	maks.	+153	77	+87	71	+171	80	+68	78	+250
wodny	submaks.	+144	78	+68	65	+129	77	+56	74	+159
	min.	-225	69	-114	79	-123	63	-79	69	-56
	submin.	-217	73	-97	67	-113	71	-74	65	-21
	ampl.	378	-	184	-	284	-	147	-	306

Klimatologicznym wejściem do systemu oceny rzeczywistych stosunków wodnych mogą być wyłącznie różnice pomiędzy wielkością przychodu w postaci wskaźnika opadu oraz strat w postaci parowania. O zakresie zmienności informuje tabela 1.

Istotną sprawą jest długość okresu, dla którego należy oceniać stosunki wodne. W tabeli 2 zestawiono według dość często stosowanego kryterium sumy opadów całego półrocza letniego, wielkości opadów w poszczególnych latach i ich okresach, oraz odchylenia od średnich wieloletnich. Półrocze letnie roku 1966 było sumarycznie „normalne”, gdyż odchylenie wynosiło jedynie 5 mm. Po suchej zimie nastąpiła z punktu widzenia opadów przeciętna wiosna, lecz mokre lato (+46 mm). Natomiast w roku 1970, gdy suma półrocza różniła się od wielolecia o 22 mm po bardzo suchej zimie wystąpiła sucha wiosna (-34 mm) lecz mokre lato (+66 mm). Również w latach o szczególnie wysokich sumach półrocznych mogą występować przeciętne okresy dwumiesięczne (wiosna 1978 i jesień 1980). Podobnie w latach o skrajnie niskich sumach opadów w roku 1973 nieznacznie od normy odbiegała jesień, zaś w 1969 roku - wiosna.

Ocena posusznosci w odniesieniu do warunków wzrostu i rozwoju poszczególnych upraw wymaga krótszych okresów czasu ze względu na krytyczne okresy potrzeb wodnych. W tabeli 3 zestawiono dane dekadowe i miesięczne z lat 1979 i 1980, których wspólną cechą wyróżniającą były szczególnie niskie sumy dekadowe opadów podczas maja, podobieństwo sum miesięcznych w czerwcu, oraz liczby dni z opadami. Pomimo podobieństw opadowych całkowicie odmiennie kształtowały się wielkości parowania i w konsekwencji wystąpiły istotne różnice klimatyczne bilansów wodnych dla poszczególnych dekad. Stany pogody w pozostałych miesiącach spowodowały ocenę całego półrocza w 1979 roku jako bardzo suche i 1980 - bardzo wilgotne. Podczas półrocza letniego na ogólną liczbę 18 dekad wystąpiło w roku 1979 13 o przewadze parowania nad opadami o co najmniej 10 mm i 6 dekad o przewadze ponad 20 mm, zaś w roku 1980 analogicznie 8 i 3 dekady.

Na rysunku 1 przedstawiono dobowe przebiegi podstawowych elementów meteorologicznych w miesiącu maju podczas trwania kolejnych lat. Suma miesięczna opadów odpowiadała w roku 1979 21% średniej wieloletniej, w 1980 32% i w 1981 - 33%. Według Kaczorowskiej były to miesiące „skrajnie suche” i „bardzo suche”. W roku 1979 najdłuższy okres bezopadowy trwał 8 dni, 1980 - 12 dni, 1981 - 11

T a b e l a 2

Sumy opadów w latach zbliżonych do średniej wieloletniej, w latach skrajnych pod względem opadowym podczas półrocza letniego oraz różnice w stosunku do średniej wieloletniej według pomiarów Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii AR wrocławiu z okresu 1961-80 w mm. Wartości zaokrąglone

Rok	IV-IX różn.	V-VI różn.	VII-VIII różn.	IX-X różn.	Rok	XI-III różn.					
1966	374	-5	142	+7	205	+46	69	-20	65/66	166	-37
1967	360	-19	122	-13	112	-47	129	+40	66/67	284	+81
1970	401	+22	96	-34	225	+66	94	+5	69/70	124	-79
1978	505	+126	139	+4	216	+57	142	+53	77/78	116	-87
1980	482	+103	70	-65	292	+133	92	+4	79/80	197	+6
1973	225	-154	111	-24	95	-64	72	-17	72/73	140	-63
1969	244	-135	116	-19	101	-58	19	-70	68/69	190	-13

Wartości dekadowe, miesięczne i okresowe opadów atmosferycznych (P) w mm, liczby dni z opadami powyżej 1 mm i 5 mm, sumy parowania wskaźnikowego (E_0) i klimatycznego bilansu wodnego (P-E) w mm podczas półroczna letniego w latach 1979 i 1980. Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii AR we Wrocławiu

	Miesiąc, Dekada															
	kwiecień			maj			czerwiec			lipiec						
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	m
P	1979	27	5	13	45	5	7	14	12	38	12	62	26	7	28	61
	1980	14	4	58	76	8	10	19	3	9	38	50	161	20	34	215
1. dni powyżej 1 mm	1979	3	1	3	7	2	1	5	1	6	3	10	3	3	3	9
	1980	5	3	5	13	3	3	6	1	3	6	10	7	2	5	14
1. dni powyżej 5 mm	1979	3	1	3	4	1	1	1	1	2	1	4	2	1	1	3
	1980	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	6	1	3	10
E_0	1979	10	21	16	47	20	39	45	48	23	27	98	23	23	25	71
	1980	11	23	12	46	19	25	26	28	27	21	76	18	20	19	57
P-E ₀	1979	+17	-16	-3	-2	-15	-37	-38	-36	+15	-15	-36	+3	-16	+3	-10
	1980	+3	-19	+46	+30	-11	-24	-16	-25	-18	+17	-26	+143	0	+15	+158

	Miesiąc, Dekada															
	sierpień			wrzesień			październik			okresy						
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	IV-V	V-VI	VII-VIII	IV-IX			
P	1979	1	22	23	10	1	87	98	1	9	10	20	59	76	84	303
	1980	38	15	24	77	3	32	44	22	23	3	48	95	70	292	481
1. dni powyżej 1 mm	1979	1	2	3	3	1	1	6	1	2	1	4	12	15	12	40
	1980	4	3	4	11	1	4	8	5	4	1	10	8	16	25	72
1. dni powyżej 5 mm	1979	1	1	2	2	1	1	5	1	1	1	1	4	4	5	18
	1980	2	1	2	5	1	2	3	2	1	1	3	3	3	15	28
E_0	1979	33	36	18	87	22	28	59	19	21	10	50	151	202	158	466
	1980	27	19	23	69	22	18	58	13	13	15	41	116	146	126	376
P-E ₀	1979	-32	-36	+4	-64	-12	-27	+39	-18	-12	0	-30	-92	-126	-74	-163
	1980	+11	-4	+1	+8	-19	+14	-14	+9	+10	-12	+7	-21	-76	+166	+105

dni pomiędzy opadami powyżej 1 mm. Według tego kryterium mieliśmy do czynienia z dolną granicą posuch umiarkowanych. Tym trudniej przyjąć takie określenie, gdyż miesięczne sumy opadów, takich jak w 1979 roku zdarzają się we Wrocławiu co ok. 100 lat, zaś w 1980 i 81 roku co 25-30 lat.

Z punktu widzenia przychodu energii słonecznej, ciepłej i suchości powietrza mieliśmy we wspomnianych latach istotne różnice, pomimo podobieństw opadowych. Miesięczne sumy usłonecznienia wynosiły w roku 1979 292 godziny, w 1980 - 217, średnie temperatury we wspomnianych latach 14,6 i 10,4°C, niedosyty wilgotności 9,5 i 5,9 hPa. Występowało również zróżnicowanie wielkości w poszczególnych dekadach (rys. 1). Warunki dla wysychania gleby były więc całkowicie różne, zaś ilustracją są wielkości ujemne, nawet miesięczne, klimatycznego bilansu wodnego; 1979 - 87,0 mm, 1980 - 47,6 mm, 1981 - 57,1 mm.

PODSUMOWANIE

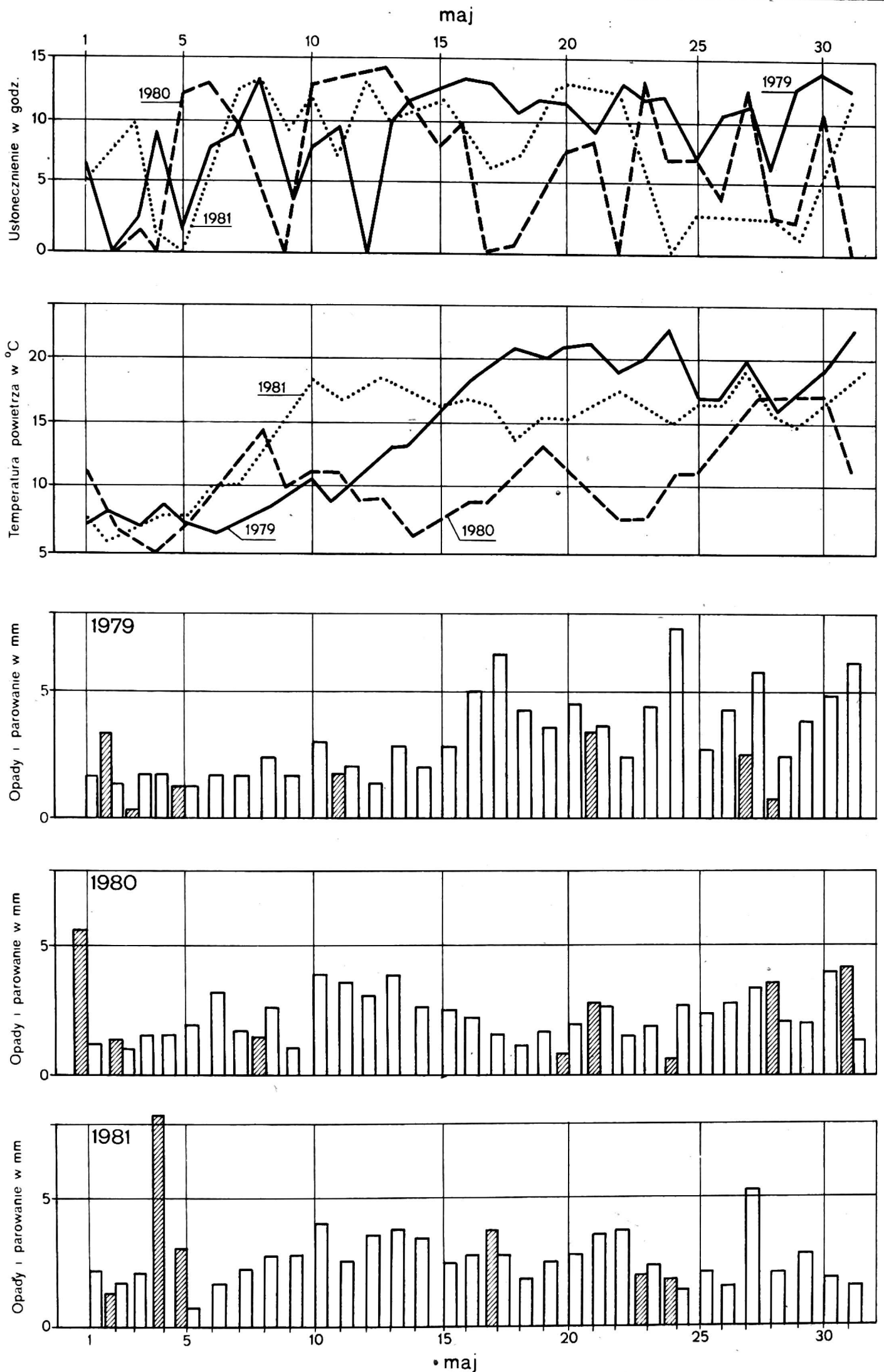
Kryterium posuchy oparte wyłącznie o wykorzystanie danych opadowych (serie dni bez opadów lub stosunek sum z danego okresu do wieloletnich) nie obejmuje poważnie zróżnicowanych wielkości strat wody w procesie parowania.

Parowanie jest procesem ciągłym o różnym stopniu intensywności (rys. 1). Zmniejszenie się zasobów wodnych gleby występuje zawsze, gdy straty spowodowane parowaniem przewyższają przychody z opadów atmosferycznych. Pomimo sum opadów np. rzędu 12 mm (tab. 3) w pierwszej i trzeciej dekadzie czerwca roku 1979, należy zaliczyć je do posusznych, gdyż sumy parowania wynosiły 48 i 27 mm.

Wartościowym wskaźnikiem regionalnym, dotyczącym posuszności danego obszaru lub charakterystyki poszczególnych lat może być liczba dekad, podczas których suma opadów była niższa od wielkości parowania o np. 10 lub 20 mm.

Na Podsudociu przeciętnie co szоста dekada podczas półrocza letniego reprezentuje wartości klimatycznego bilansu wodnego poniżej -20 mm, lecz w okolicach Wrocławia co czwarta.

Długotrwałe posuchy są szczególnie ważne w problematyce nawodnień. Na przykład w roku 1979 (tab. 3) zanotowano dwa ciągi posuch umiarkowanych (poniżej -10 mm za dekadę), serię trzech dekad maja i pierwszej czerwca oraz ostatniej dekady lipca i pierwszej oraz



Rys. 1. Przebiegi dobowych wartości wybranych elementów meteorologicznych w Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii AR we Wrocławiu. Słupki oznaczające sumy opadów zaszafrowano

drugiej sierpnia. W roku 1980 wystąpiła seria pięciu dekad - trzy w maju i dwie kolejne w czerwcu. Natomiast nieprzerwana seria trzech posuch silnych (poniżej -20 mm za dekadę) wystąpiła tylko w roku 1979 - druga i trzecia dekada maja oraz pierwsza czerwca. Częstość serii posuch (powyżej 3, 4 i 5 dekad) z uwzględnieniem ich intensywności - umiarkowane lub silne - stanowić powinny podstawowe kryterium dla ilościowej oceny potrzeb nawodnień w poszczególnych regionach. Na przykład serie powyżej 3 dekad posusznych umiarkowanych podczas półrocza letniego w okresie 1948-74 wystąpiły dla Wrocławia w liczbie ponad 18, lecz na Podsudociu i w okolicach Zgorzelca - poniżej 8.

Skuteczność nawodnień jest niewątpliwa i umotywowana w okresach posuch. Z tego powodu dla oceny potrzeb inwestycyjnych i sposobów eksploatacji należy zwrócić szczególną uwagę na tego rodzaju sytuacje pogodowe.

LITERATURA

1. Bac S.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 86, 1968.
2. Bac S.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 181, 1976.
3. Bac S.: Celowość nawodnień na tle klimatu. Mat. Kon. NOT „Problemy nawodnień użytków rolnych w Polsce. Bydgoszcz, 1980.
4. Kaczorowska Z.: Pr. Geograf. IG PAN 33, 1962.
5. Koźmiński Cz.: Czas. Geogr. 2, 1966.
6. Koźmiński Cz.: Przestrzenny i czasowy rozkład okresów bezopadkowych trwających ponad 15 dni na terenie Polski - maszynopis.
7. Schmuck A.: Czas. Geogr. 1/2, 1954.
8. Schmuck A.: Czas. Geogr. 4, 1962.
9. Schmuck A., Koźmiński Cz.: Czas. Geogr. 3, 1967.

С. Бац

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОРОШЕНИЙ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЯ АТМОСФЕРНЫХ ЗАСУХ

Р е з ю м е

Особенное значение имеют орошения во время атмосферных засух, которые вызывают большие потери водных ресурсов почвы. В качестве критерия засухи были приняты серии дней без осадков, отношение сумм осадков данного периода к многолетним средним или периоды со значительным преобладанием потерь воды, идущих на испарение по

сравнению с приростом воды в виде осадков. В период 1961-80 гг. во Вроцлаве, суммы осадков в крайние годы отличались для летнего полугодия на 280 мм, испарение с свободной водной поверхности на 190 мм, а разницы между осадками и испарением (климатический водный баланс) на 380 мм. В течение декадных, месячных или полугодичных периодов при одинаковых или почти одинаковых суммах осадков выступают разные размеры испарения.

В качестве критерия засухи следует затем применять как число серии декад (свыше 3,4 или 5), во время которых в каждой из них сумма испарения была выше суммы осадков на 10 или 20 мм так и их количество по отношению к общему числу декад в период составления баланса.

S. Bac

THE METHOD OF ASSESSMENT OF THE USEFULNESS OF IRRIGATION BASED UPON THE CRITERION OF ATMOSPHERIC DROUGHTS

S u m m a r y

Irrigations are of particular importance during atmospheric droughts, the latter bringing about considerable losses of water resources in the soil. The criterion of drought accepted were series of days without precipitation, the ratio of the precipitation sums in a given period to many-year means, or periods with a significant prevalence of water losses for evaporation over the gain in form of precipitation. In Wrocław, in the period of 1961-1980, the sums of precipitations in extreme years differed in the summer half-year by 280 mm, of evaporation from a free water surface by 190 mm, and of differences between precipitation and evaporation (climatic water balance) by 380 mm. In decade, month or half-year periods, with same or almost identical sums of precipitation, there occur different rates of evaporation.

So, as the criterion of drought, there should be accepted the number of series of decades (more than 3, 4 or 5) when in each of them the sum of evaporation was higher than that of precipitation by 10 or 20 mm, as well as their number in relation to the total number of decades in the balance period.