

KLIMATYCZNE BILANSE WODNE NA TERENIE POLSKI
W LATACH SZCZEGÓLNICIE SUCHYCH

Marian Rojek

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji, AR Wrocław

WSTĘP

Racjonalna i planowa działalność w różnych działach gospodarki narodowej wymaga kompleksowej oceny wszystkich czynników środowiska. Jednym z ważniejszych elementów są zasoby wodne poszczególnych obszarów o zróżnicowanej wielkości. Prawidłowa ocena ilości wody dyspozycyjnej umożliwia opracowanie perspektywicznych planów zagospodarowania i optymalnych sposobów eksploatacji inwestycji już istniejących. Jednym z możliwych, a w niektórych wypadkach jedynym sposobem oceny rzeczywistych stosunków wodnych jest wykorzystanie podstawowych danych klimatycznych. Klimat to czynnik pierwotny. Bez jego analizy nie można rozpatrywać czynników wtórnych. Możliwie szczegółowe uwzględnienie czynników klimatycznych w ujęciu przestrzennym i czasowym pozwala na racjonalną podstawę oceny zdolności retencyjnych oraz ostatecznego wyniku w postaci odpływów. W takim ujęciu zagadnienia wejściem do systemu opad - odpływ są dwa czynniki pierwotne z zakresu klimatu: przychód w postaci opadów atmosferycznych oraz straty w procesie parowania.

MATERIAŁ OBSERWACYJNY I METODA OPRACOWANIA

Dla ogólnej oceny wpływu warunków klimatycznych na stosunki wodne środowiska przyjęto różnice pomiędzy standardowymi sumami opadów

i parowania wskaźnikowego obliczonego wzorem Baca. Można w ten sposób uzyskać rozkład przestrzenno-czasowy niedoborów lub nadmiarów wodnych jako wejście do systemu oceny rzeczywistych bilansów wodnych poszczególnych obszarów. Mimo proponowanej przez Roguskiego definicji „klimatyczny niedobór opadów”, ze względu na występowanie zarówno dodatnich jak i ujemnych wartości autor utrzymuje określenie „klimatyczny bilans wodny”, który już istnieje w dotychczasowej literaturze [2-8, 11]. Wzór do obliczania dekadowych i miesięcznych sum parowania wskaźnikowego zawiera wszystkie podstawowe czynniki, warunkujące proces fizyczny przejścia wody z fazy ciekłej lub stałej do fazy gazowej, a jego przydatność do założonych celów została w pełni wykazana w licznych pracach [m.in. 1, 3, 4, 5, 13]. Mimo znanych ogólnie niedokładności w szacowaniu przychodu wody na podstawie standardowych pomiarów opadów stosowanie wielkości klimatycznych bilansów wodnych do oszacowania zasobów wodnych jest całkowicie uzasadnione. Zapewnia bowiem porównywalny obszarowo wskaźnik ilościowej oceny różnic pomiędzy przychodem wody opadowej oraz procesem przechodzenia wody z podłoża i szaty roślinnej do atmosfery. Liczbowe wielkości klimatycznych bilansów wodnych były wielokrotnie weryfikowane na materiale niezależnym zarówno w skali regionalnej [2, 4, 5, 8], jak i całej Polski [3, 6, 7, 10], z zadowalającym rezultatem.

Kryterium decydującym o wyborze lat szczególnie suchych była wielkość klimatycznych bilansów wodnych w całym okresie wegetacyjnym (IV-IX). Przyjęcie jako wskaźnika „suchości” najwyższych sum parowania lub najniższych sum opadów mogłoby spowodować wybór innych lat, co wykazano m. in. w jednej z prac dotyczących tego zagadnienia na obszarze Dolnego Śląska [2]. Według przyjętych założeń najsuchszymi w ostatnim 25-leciu (1951-1975) okazały się półrocza (IV-IX) lat 1959 i 1964.

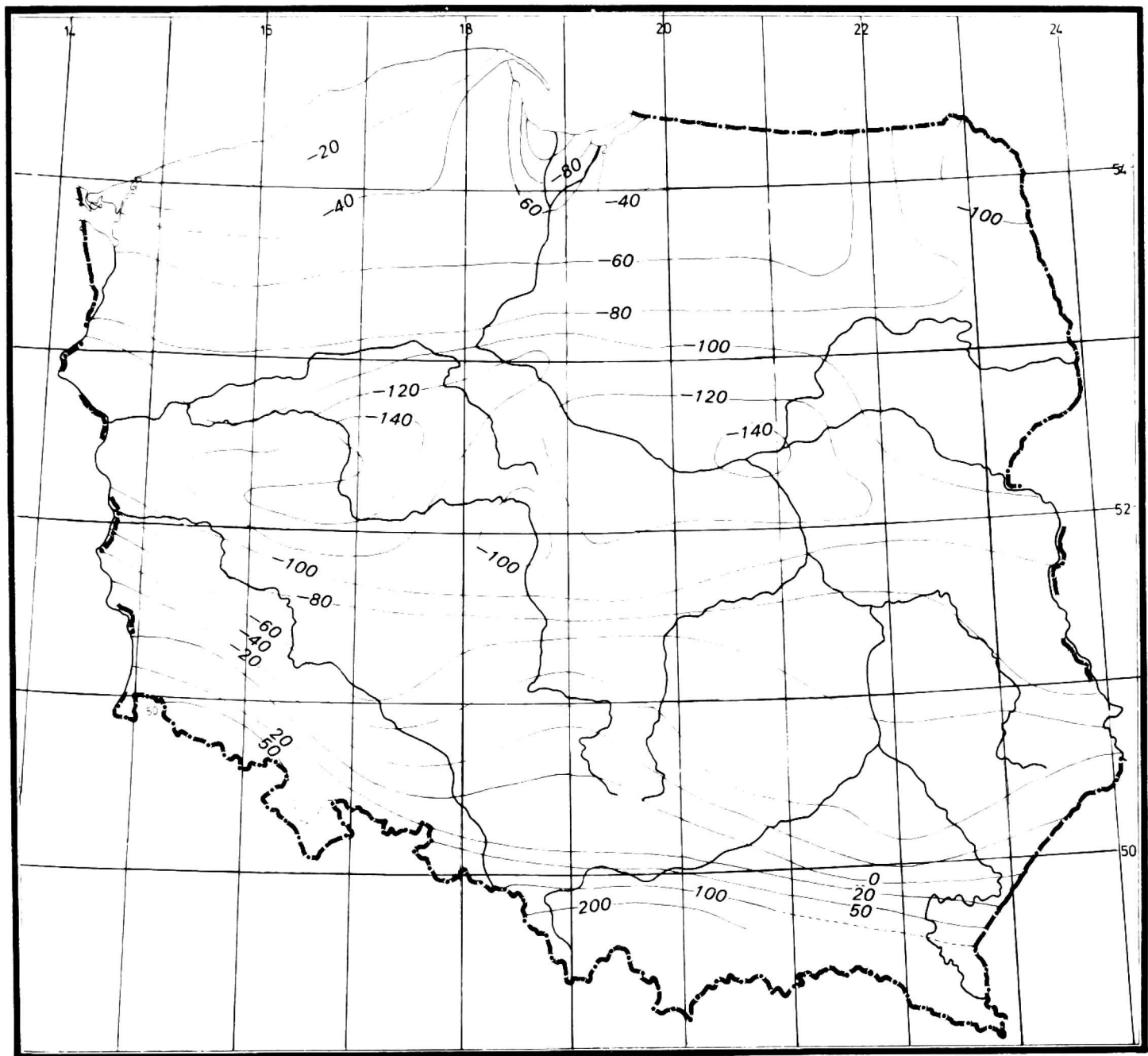
W celu uzyskania obrazu rozkładu przestrzennego klimatycznych bilansów wodnych na terenie Polski obliczono dla 118 stacji, rozmieszczonych równomiernie na obszarze kraju, dekadowe i miesięczne sumy parowania wskaźnikowego w poszczególnych latach omawianego okresu oraz średnie wartości z 20-lecia 1951-1970. Ze względu na znacznie większą - w porównaniu z parowaniem wskaźnikowym - zmienność przestrzenną i czasową opadów atmosferycznych, w celu przedstawienia obrazu bardziej zbliżonego do warunków rzeczywistych, klimatyczne bilanse wodne zostały obliczone dla większej ilości stacji. Zakładając na podstawie wcześniej wykonanych opracowań, że nie popełniamy znaczącego błędu, wybranym stacjom, posiadającym obliczone wielkości

parowania, „przyporządkowano” 2-6 najbliższej położonych stacji opadowych z pełnym materiałem obserwacyjnym i obliczano w ten sposób wielkość klimatycznych bilansów wodnych. Uzyskano dzięki temu materiał liczbowy dla 130 stacji w Polsce, na podstawie którego opracowano mapy izarytm w skali 1:2 000 000. Pierwotną wersję map wykonano na podstawie interpolacji graficznej. Tak uzyskany obraz podstawowy podlegał następnie korekcie wykonywanej w oparciu o podkładane kolejno mapy następujących czynników: zasięgu kompleksów leśnych, hipsometrii, form terenu i krain fizjograficznych, różnic wysokości względnych oraz granicy regionów przyrodniczo-geograficznych. Ostateczny kształt izarytm odbiegał w związku z tym w wielu wypadkach od mechanicznego podziału metodą interpolacji, lecz zdaniem autora jest to podejście słuszne z przyrodniczo-geograficznego punktu widzenia.

Badanie rozkładu prawdopodobieństwa klimatycznych bilansów wodnych przeprowadzono w oparciu o powszechnie stosowane, zwłaszcza w hydrologii, metody statystyczne rozkładu zjawisk o charakterze losowym. Mimo stosunkowo wyczerpującego opracowania większości znanych rozkładów teoretycznych, przydatnych w analizie zjawisk hydrometeorologicznych, oraz przykładów ich wykorzystania [9] zbyt mało jest w literaturze krajowej prac z zastosowaniem tych metod. W niniejszej pracy wykorzystano rozkład statystyczny, zbliżony do krzywej Pearsona III typu, sprawdzony dla terenów Dolnego Śląska [8, 11]. Liczbowe wielkości prawdopodobieństwa, odpowiadające poszczególnym wyrazom ciągu rozdzielczego, obliczono wzorem Aleksiejewa [12], dającego wartości pośrednie między wzorami Dębskiego i Fostera. Krzywe prawdopodobieństwa wykreślone na podstawie ciągu 25-letniego są w pełni reprezentatywne, co stwierdzono we wcześniejszych opracowaniach [8, 10, 11].

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Tłem do rozważań nad krańcowymi wartościami klimatycznych bilansów wodnych w Polsce może być rozkład przeciętny, uzyskany na podstawie średnich wartości wieloletnich. Sumy klimatycznych bilansów wodnych w półroczu letnim (IV-IX) średnie za okres 1951-1970 przedstawiono na rysunku 1. Pas Środkowej Polski, od Słubic i Zielonej Góry na zachodzie do okolic Terespolu na wschodzie, posiada ujemny klimatyczny bilans wodny (niedobory), przekraczający 100 mm, osiągając

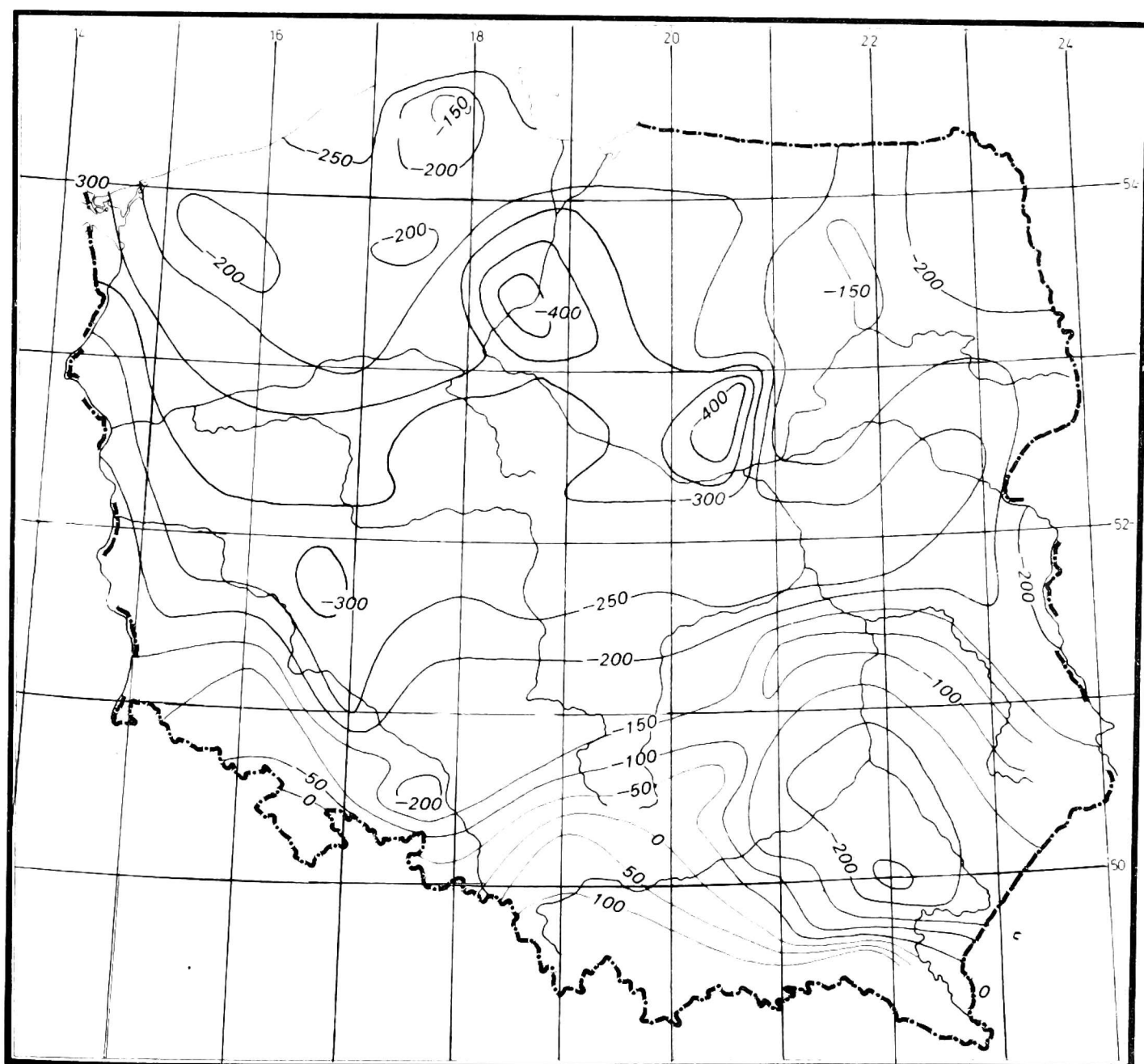


Rys. 1. Izarytmy średnich wieloletnich (1951-1970) sum klimatycznych bilansów wodnych w półroczu letnim (IV-IX)

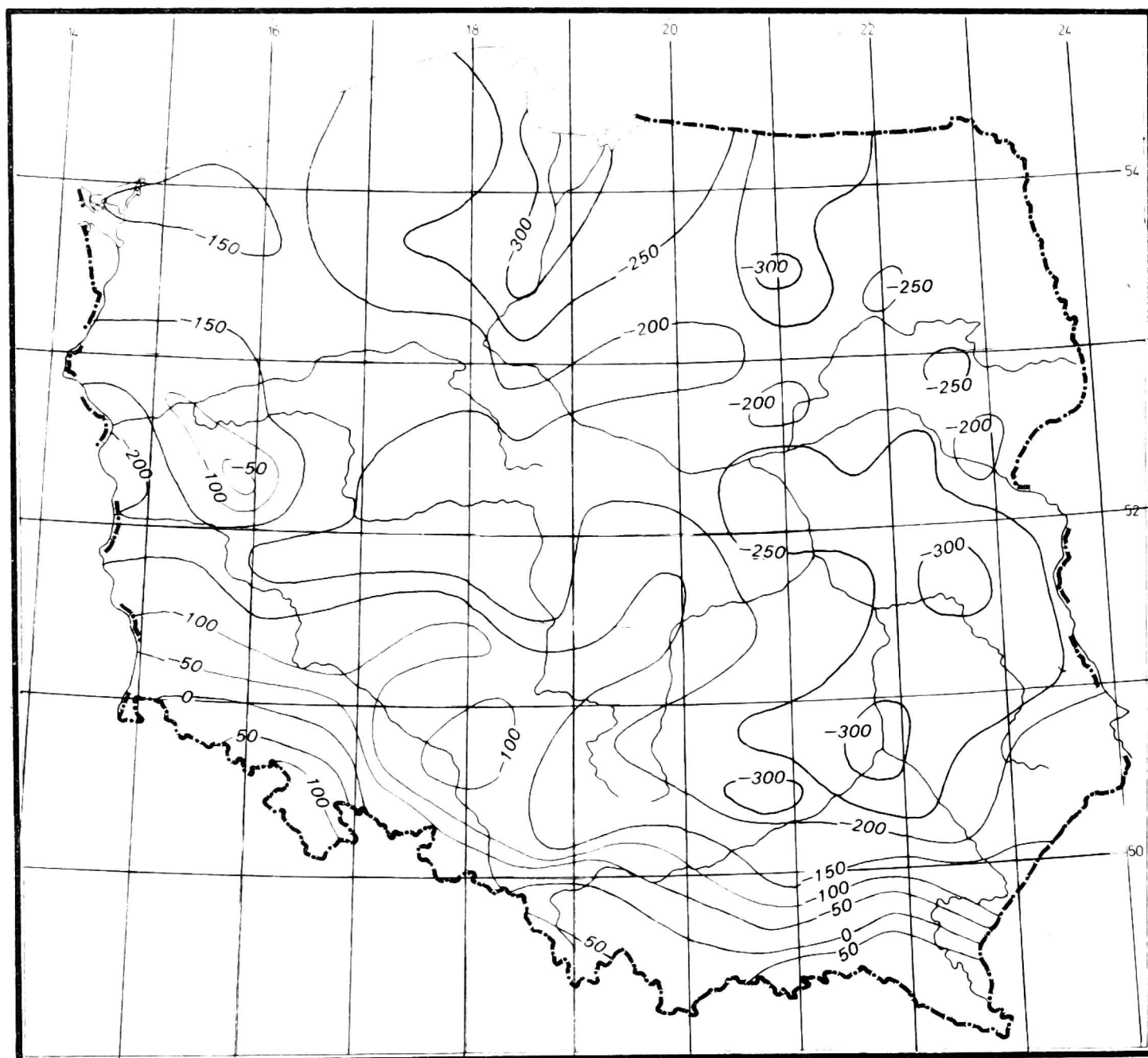
w okolicach Poznania i Warszawy wartości poniżej 140 mm. W całym paśmie nadmorskim występują niedobory rzędu -20 mm, natomiast granica obszarów o dodatnim bilansie klimatycznym biegnie w zasadzie wzdłuż granic Przedgórze Sudeckiego i Pogórze Karpackiego, obejmując także część Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (po obszary źródłiskowe Warty i Pilicy). Zwraca również uwagę fakt, że na tych samych wysokościach nadmiary opadów w stosunku do parowania wskaźnikowego są znacznie większe w Karpatach niż w Sudetach.

Przeciętny rozkład przestrzenny klimatycznych bilansów wodnych w wieloleciu ulega znacznym zmianom w poszczególnych latach. W wybra-

nych do analizy latami szczególnie suchych rozkład wielkości klimatycznych bilansów wodnych na terenie Polski jest całkowicie odmienny. W roku 1959 (rys. 2) największe niedobory za okres półrocza letniego (poniżej -300 mm) wystąpiły wzdłuż doliny dolnej Odry, a następnie doliną Warty i Noteci na wschód do Wisły w okolicach Warszawy. Wartości poniżej -400 mm obserwowano w okolicach Świecia i Grudziądza oraz na obszarze między Ciechanowem, Pułtuskim i Płońskiem. W pasie nadmorskim i na całym obszarze Pojezierza Pomorskiego wystąpiły wartości poniżej -200 mm i jedynie w okolicach Wielkich Jezior Mazurskich niedobory opadów nie przekraczały -150 mm. Na terenie Podkarpacia obserwowano nadmiary ponad 100 mm. W roku 1964 (rys. 3) najsuchszymi obsza-



Rys. 2. Izarytmy sum klimatycznych bilansów wodnych dla półrocza letniego (IV-IX) w roku 1959

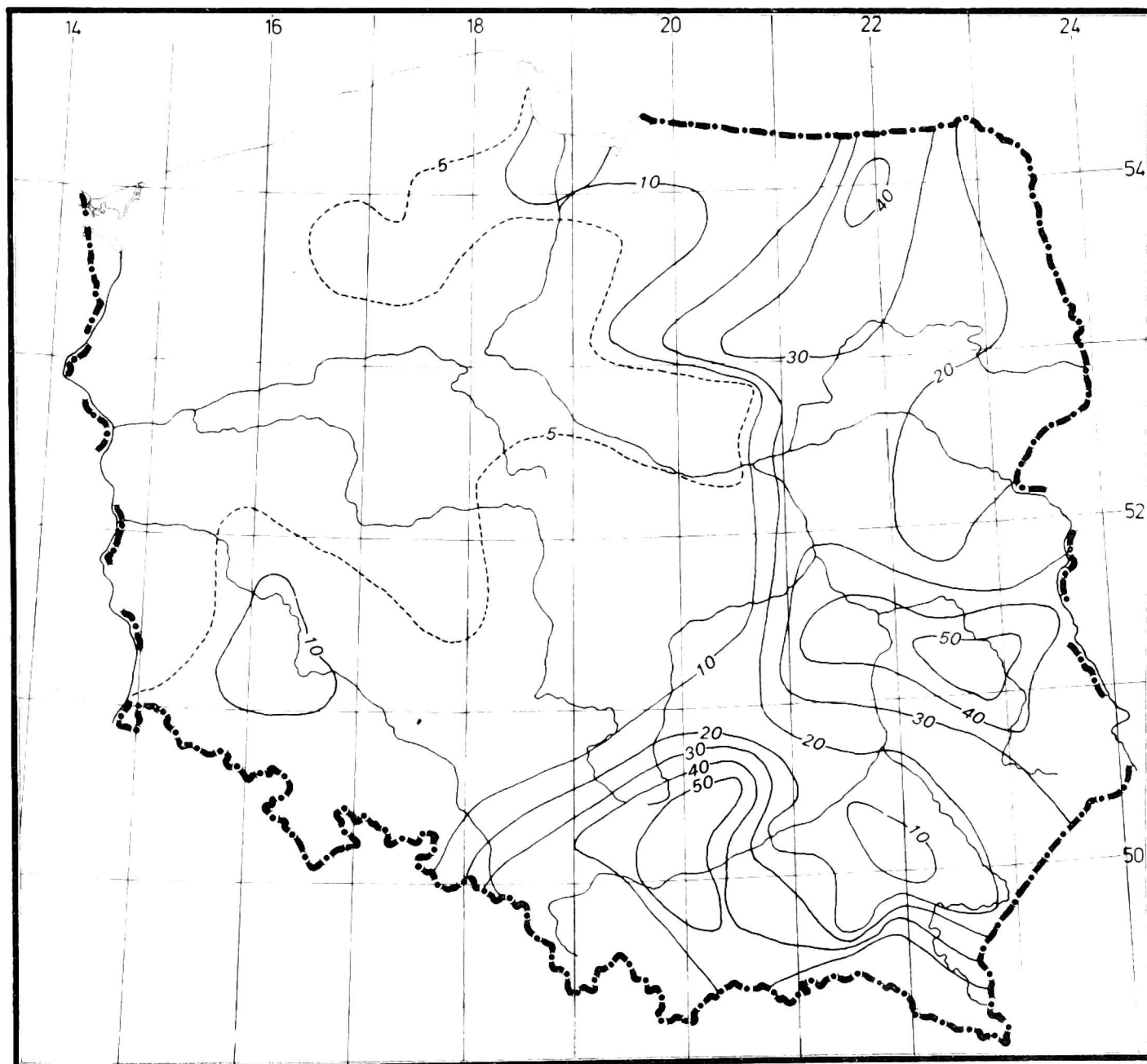


Rys. 3. Izarytmy sum klimatycznych bilansów wodnych dla półrocza letniego (IV-IX) w roku 1964

rami Polski były Żuławy i dolina Wisły (na północ od Grudziądza), duża część Pojezierza Mazurskiego oraz tereny na wschód od Wisły w jej środkowym biegu (od Tańnobrzegu po Wyszogród). W żadnej części Polski ujemne wartości klimatycznych bilansów wodnych w roku 1964 nie były jednak tak niskie, jak w roku 1959. W porównaniu z rokiem 1959 znacznie korzystniejsze warunki wystąpiły na Podsudociu i w Sudetach, natomiast wyraźnie większe niedobory notowano na obszarach karpaccich. W większości rejonów Polski, w których w roku 1959 obserwowano największe niedobory, w 1964 r. klimatyczne bilanse wodne były wyższe od -100 mm (okolice Gorzowa Wlkp. i Zielonej Góry oraz część Polski południowo-wschodniej).

Z przedstawionych map widać wyraźnie, że obszary o największych niedoborach opadów w stosunku do parowania wskaźnikowego występują w różnych latach w innych częściach naszego kraju. Drugi wniosek - to fakt, że nawet w tak nie sprzyjającym roku jak 1959 posucha wystąpiła nie w całej Polsce; w niektórych częściach kraju panowały nawet warunki nie odbiegające od przeciętnych.

Przedstawiony sposób interpretacji rozkładu przestrzennego klimatycznych bilansów wodnych nie daje jeszcze pełnego obrazu stopnia suchości według przyjętych założeń. Inną bowiem wagę posiada np. niedobór rzędu -150 mm w okolicach Poznania, gdzie wartości te występują przeciętnie, a inną np. w pasie nadmorskim, gdzie średni klimatyczny

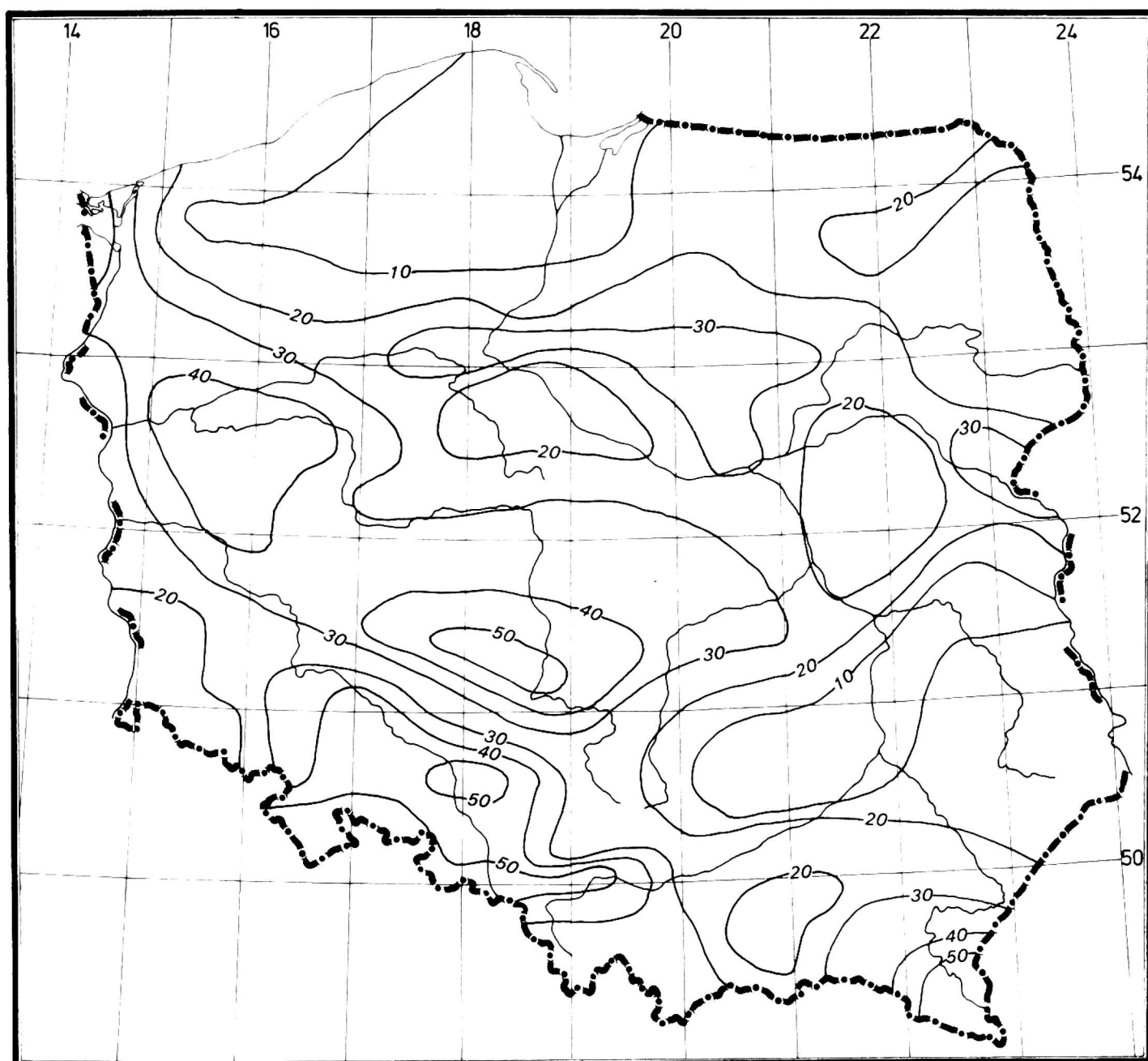


Rys. 4. Izarytmy prawdopodobieństwa wystąpienia półrocznych (IV-IX) sum klimatycznych bilansów wodnych o wielkościach odpowiadających sumom półrocza letniego w roku 1959

bilans wodny wynosi -20 mm. Dlatego też według omówionej poprzednio metodyki opracowano krzywe prawdopodobieństwa klimatycznych bilansów wodnych półrocza letniego (IV-IX) dla 130 miejscowości i na tej podstawie określono dla każdej z nich, jak często może tam wystąpić niedobór obserwowany w roku 1959 i 1964.

Przestrzenny rozkład wystąpienia prawdopodobieństwa półrocznych sum klimatycznych bilansów wodnych, takich jakie obserwowano w roku 1959, przedstawia rysunek 4. Na obszarze większym niż połowa Polski wielkości niedoborów osiągnęły w półroczu kwiecień - wrzesień 1959 r. wartości zdarzające się rzadziej niż raz na 10 lat ($p = 10\%$). Obszar ten sięga od granicy zachodniej do południka 20° E, zmniejszając się nieco na południe od Częstochowy. Prawie połowę tej powierzchni obejmują obszary o wartościach niedoborów zdarzających się przeciętnie co 20 lat ($p = 5\%$). Jest to cały pas nadmorski, a następnie dolina Wisły (z wyjątkiem Żuław) do Warszawy i dalej na zachód doliną Warty do Kalisza, a następnie wzdłuż linii Leszno - Zielona Góra i na południe do Zgorzelca. Jednocześnie w tym samym roku na wschód od Wisły panowały warunki niewiele odbiegające od przeciętnych, a w okolicach Lublina oraz od Myślenic do Jędrzejowa i Olkusza niedobory były mniejsze od wartości wieloletnich ($p \geq 50\%$). Wyjątkiem na tym obszarze były okolice Rzeszowa, gdzie wielkość klimatycznych bilansów wodnych odpowiadała prawdopodobieństwu 10%.

Obraz uzyskany na podstawie niedoborów półrocza letniego 1964 r. (rys. 5) jest zupełnie odmienny od poprzedniego. Generalnie biorąc, gorsze warunki (duże niedobory występujące rzadziej) panowały w tym roku we wschodniej części Polski. Ze względu na wyższe - w porównaniu z 1959 r. - wartości klimatycznych bilansów wodnych obszar o wartościach zdarzających się przeciętnie co 10 lat lub rzadziej był w roku 1964 kilkakrotnie mniejszy. Obejmował on część Pojezierza Pomorskiego wraz z Żuławami Wiślanymi. Równie rzadko występujące niedobory notowano także w stosunkowo wąskim pasie od Włodawy przez dolinę Wisły między Puławami i Tarnobrzegiem na zachód od Kielc. Natomiast na przeważającej części środkowej i zachodniej Polski, gdzie susza w roku 1959 była najdotkliwsza, klimatyczny bilans wodny w półroczu letnim 1964 roku osiągał wartości występujące przeciętnie co 3 lata lub częściej. Z porównania obu map (rys. 4 i 5) wynika, że biorąc pod uwagę analizowane lata najmniej korzystne warunki pod względem klimatycznych bilansów wodnych wystąpiły w części Pojezierza Pomorskiego i na Żuławach. Zarówno w 1959, jak i 1964 roku, niedobory wodne osiągały tam wartości odpowiadające częstości występowania raz na 10 lat lub jeszcze rzadziej.



Rys. 5. Izarytmy prawdopodobieństwa wystąpienia półrocznych (IV-IX) sum klimatycznych bilansów wodnych o wielkościach odpowiadających sumom półrocza letniego roku 1964

PODSUMOWANIE

Przedstawiona w pracy analiza rozkładu wielkości klimatycznych bilansów wodnych w półroczu letnim (IV-IX) na terenie Polski wykazała dużą zmienność przestrzenno-czasową tego wskaźnika. W szczególnie suchych - według kryterium niedoboru opadów - latach 1959 i 1964 obszary o wyjątkowo dużych wartościach ujemnych klimatycznych bilansów wodnych wystąpiły na terenie Polski nierównomiernie. Jest to zjawisko

pozytywne, gdyż świadczy o braku jednoczesności występowania nie-sprzyjających warunków klimatycznych. Proponowany sposób przedstawienia niedoborów opadowych w stosunku do parowania wskaźnikowego, w formie odpowiadających im wartości prawdopodobieństwa wystąpienia, może być przydatny, np. dla celów projektowych. Uzyskujemy dzięki temu nie tylko informacje o bezwzględnych wartościach klimatycznych bilansów wodnych, lecz również o tym, jak często w danym rejonie można oczekiwać danych wielkości niedoborów.

LITERATURA

1. Bac S.: Badania nad współzależnością parowania z wolnej powierzchni wodnej, parowania terenowego i ewapotranspiracji potencjalnej. Prace i Stud. Kom. Gosp. Wodn. PAN, t. 10, 1970.
2. Bac S.: Klimatyczny bilans wodny Południowo-Zachodniej Polski. Kom. Nauk o Ziemi, PAN Oddz. Wrocław, 1974.
3. Bac S.: Kryteria klimatyczne lokalizacji nawodnień w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., z. 181, 1976.
4. Bac S.: Próba określenia klimatycznego bilansu wodnego Ziemi Kłodzkiej. Kom. Nauk o Ziemi, PAN, Oddz. Wrocław, 1976.
5. Bac S.: Warunki agrometeorologiczne Dolnego Śląska jako podstawa gospodarki wodnej. Kom. Nauk o Ziemi PAN, Oddz. Wrocław, 1977.
6. Bac S., Rojek M.: Metodyka oceny stosunków wodnych obszarów rolniczych na podstawie danych klimatycznych. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, z. 21, 1977.
7. Bac S., Rojek M.: Klimatyczne bilanse wodne a odpływy w Polsce. Prz. Geof. R. XXIV (XXXII), z. 4, 1979.
8. Frankowska K.: Klimatyczne bilanse wodne Dolnego Śląska. Praca magisterska, AR Wrocław, 1979 (maszynopis).
9. Kaczmarek Z.: Metody statystyczne w hydrologii i meteorologii. Wyd. Kom. i Łączn. Warszawa, 1970.
10. Praca zbiorowa (pod red. S. Baca): Synteza tematu RB-403.02: „Potrzeby wodne roślin uprawnych oraz prognozowanie stopnia ich zaspokojenia w kategoriach danych meteorologicznych”. Wrocław, 1978 (maszynopis).
11. Rojek M.: Ocena rozkładu prawdopodobieństwa klimatycznych bilansów wodnych na terenie Ziemi Kłodzkiej. Kom. Nauk o Ziemi PAN, Oddz. Wrocław, 1976.
12. Statisticheskiye metody w gidrologii. GIMIZ, Leningrad, 1970.
13. Szczepankiewicz-Szmyrka A.: Parowanie w świetle wybranych elementów meteorologicznych we Wrocławiu w latach 1951-1970. Praca doktorska, UW Wrocław, 1977 (maszynopis).

М. Роек

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОДНЫЕ БАЛАНСЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ
В ГОДАХ ОСОБЕННО ЗАСУШЛИВЫХ

Р е з ю м е

В настоящей работе приводится размещение на территории Польши климатических водных балансов летнего полугодия (IV-IX) в особенно засушливых годах 1959 и 1964. Наибольшие водные дефициты в 1959 году выступили в центральной и западной части Польши (рис. 2), достигающие максимум (-400 мм), в окрестностях Варшавы и Грудзёндза; средние величины составляют там около -130 мм (рис. 1). В 1964 году (рис. 3) наиболее сухими территориями Польши были: часть Поморского озерного края, а также долина срединной Вислы (между Пулавами и Тарнобжегом). Была определена вероятность выступления наблюдаемых величин в 1959 и 1964 г.г. и его пространственное размещение в Польше. Наиболее низкие величины климатических водных балансов, которые выступили в летнем полугодии 1959 г. могут случиться один раз в течение 20 лет. Наибольшие дефициты атмосферных осадков наблюдались в 1964 г. и они могут выступать в среднем через каждые десять лет.

M. Rojek

CLIMATIC WATER BALANCES IN POLAND IN THE YEARS PARTICULARLY DRY

S u m m a r y

The work treats about the spread of climatic water balances in Poland in warm half year (IV-IX) in particularly dry years 1959 and 1964. The biggest water deficiency in 1959 took place in central and west part of Poland (fig. 2) reaching maximum (-400 mm) near Warsaw and Grudziądz; while the average for those regions are about -130 mm (fig. 1). In 1964 (fig. 3) the driest regions of Poland were one part of Pojezierze Pomorskie and middle Vistula Valley (between Puławy and Tarnobrzeg). The probability of observed phenomena appearance was precised for 1959 and 1964 and its range in Poland was given. The lowest values of climatic water balances took place in warm half year 1959 and they may happen once in 20 years. The biggest precipitation deficiency was observed in 1964 and it may happen once in 10 years.