

Józef PASZCZYK

Stan hydrologiczny dorzecza Wieprza w wieloleciu 1951—1975

Гидрологическое состояние бассейна Вепша во многолетие 1951—1975

Hydrologic Balance of the Wieprz Drainage Basin During a Multi-year Period of 1951—1975

Naturalne warunki obiegu wody w dorzeczu Wieprza ulegają coraz wyraźniejszym wpływom antropogenicznym (Wilgat 1974, 1980, 1981). W ostatnim okresie nadal postępują prace melioracyjne, zwiększają się pobory oraz zużycie wody w rolnictwie, a przede wszystkim w przemyśle i gospodarce komunalnej. Rosną również zrzuty ścieków, zwiększa się ogólny stopień zanieczyszczenia wód podziemnych i powierzchniowych, ujawniają się rejonu deficytowe w wodę, o silnie zaburzonej równowadze hydrologicznej (Michalczyk i in. 1984). Dodatkowe niebezpieczeństwa wystąpienia i pogłębienia się na omawianym obszarze negatywnych objawów hydrograficznych stwarza szybki rozwój aglomeracji lubelskiej, związany z rozbudową Lubelskiego Zagłębia Węglowego (Janiec i in. 1983, Wilgat 1980). Dalsza obserwacja zmian stosunków wodnych, wynikających z działania czynników antropogenicznych, wymaga ustalenia i zarejestrowania dla celów porównawczych charakterystycznego stanu obiegu wody w dorzeczu Wieprza w określonym czasie.

Próbie scharakteryzowania aktualnego stanu — możliwego do przyjęcia jako swoistego wzorca odniesienia i porównania w przyszłości — stanowi przedstawione opracowanie.

CEL I ZAKRES PRACY

Głównym zadaniem opracowania było uogólnienie podstawowych obserwacji hydroklimatycznych w wieloleciu 1951—1975 i określenie stanu hydrologicznego dorzecza Wieprza jako przestrzennego zróżnicowania przeciętnych wartości wybranych cech i składników obiegu wody.

Wykorzystując metodę analizy statystycznej przeprowadzono badania współzależności między wybranymi parametrami hydrologicznymi i geograficznymi. Podjęto próbę ustalenia uproszczonych formuł empirycznych, umożliwiających szacunkową ocenę równań bilansu wodnego dla zlewni niekontrolowanych. Wiele uwagi poświęcono strukturze genetycznej odpływu, a zwłaszcza podziemnej fazie obiegu wody. Dotychczasowe badania wskazują bowiem, iż charakterystyki te najwyraźniej ujawniają regionalne różnice bilansu wodnego, wywołane zmiennym wpływem warunków przyrodniczych i czynników antropogenicznych.

Poddano analizie przepływy ekstremalne, które odgrywają szczególnie ważną rolę hydrologiczną, gdyż w znacznym stopniu decydują o rytmie i intensywności wymiany wody w dorzeczu. Bezpośrednio i pośrednio określają cechy zasilania i reżimu odpływu rzek. Poza tym przepływy skrajne bardzo szybko reagują na wszelkie zmiany warunków obiegu wody, najłatwiej też podlegają wpływom sterowania antropogenicznego.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Przedmiot badań stanowi dorzecze Wieprza o powierzchni około 10,3 tys. km². Jest ono położone w centralnej części międzyrzecza Wisły i Ęgu. System rzeczny Wieprza tworzą jego główne dopływy: Por, Giełczew i Bystrzyca Lubelska oraz Łabunka, Wolica, Wojsławka i Tyśmienica, które odwadniają fragmenty Roztocza i Wyżyny Lubelskiej oraz Niziny Mazowieckiej i Polesia Lubelskiego.

Dorzecze Wieprza wykazuje charakterystyczną dwudzielność fizjograficzną. Część wyżynna, południowa zlewni jest urozmaicona morfologicznie. O bogactwie rzeźby decydują rozległe denudacyjne zrównania wierzchowinowe, krawędzie oraz strome stoki, liczne terasy i spłaszczenia zboczowe, a także szerokie i głęboko wcięte doliny rzeczne. Dla omawianego obszaru typowe są stosunkowo duże deniwelacje powierzchni topograficznej, osiągające maksymalnie 100—150 m i lokalnie znaczne spadki terenu, przekraczające niekiedy 20°. W strefie występowania miększych pokryw skał czwartorzędowych, głównie lessowych, charakterystyczne są gęsto rozmieszczone wąwozy i suche doliny denudacyjne. W budowie obszaru wyżynnego decydującą rolę odgrywają skały węglanowe wieku kredowego i trzeciorzędowego. Skały te, tworzące kilkusetmetrową strefę aktywnej wymiany wód podziemnych, typu szczelinowego i szczelinowo-warstwowego stanowią serię naprzemianległych i prawie płasko ułożonych opok, wapieni i margli. Znaczny stopień spękania wietrzeniowego i tektonicznego skał węglanowych decyduje o dużym uźródłowieniu obszaru i niewielkiej gęstości wód powierzchniowych. Cechy podłoża i rzeźby, a także warunki klimatyczne (duże opady

i niskie temperatury roczne), w wyżynnej części dorzecza sprzyjają głównie procesom wsiąkania i retencji podziemnej. W pewnym stopniu ograniczają natomiast splywy powierzchniowe i parowanie terenowe.

W nizinnej części dorzecza Wieprza, obejmującej obszary Niziny Mazowieckiej i Polesia Lubelskiego, gdzie przeważają równiny akumulacyjne i rozległe obniżenia denudacyjne oraz szerokie i płytkie doliny rzeczne, o równowadze hydrologicznej — jak się wydaje — w znacznym stopniu decydują ewapotranspiracja i retencja powierzchniowa. Parowaniu sprzyjają tu liczne podmokłości i zabagnienia terenu oraz ogólnie gęsta sieć wodna, a także płytko występujące wody podziemne. Wielkość retencji powierzchniowej uzależniają zbiorniki sztuczne oraz naturalne jeziora i zagłębienia bezodpływowe. Te ostatnie mają najczęściej genezę krasową lub wytopiskową (Wilgat 1963). Niektóre zagłębienia powstały prawdopodobnie w wyniku nierównomiernego osadzania się luźnych utworów geologicznych. Utwory te, pochodzenia trzeciorzędowego i czwartorzędowego, stanowią o stylu tektoniki i budowy geologicznej niżowej części dorzecza. W warstwach przypowierzchniowych, obok dobrze i bardzo dobrze przepuszczalnych piasków i żwirów, bardzo często występują słabo przepuszczalne ropy i mułki oraz gliny zwałowe. Ograniczają one wyraźnie procesy wsiąkania i odpływu gruntowego.

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Opracowanie wykonano w oparciu o materiały hydrometryczne i opadowe Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Wykorzystano średnie i skrajne przepływy roczne zestawione w pracach (Przepływy... 1967, 1976, 1980). Część danych hydrometrycznych uzupełniono w Archiwum Instytutu w Warszawie. Sumy opadowe zestawiono w układzie lat hydrologicznych*.

Zebrane informacje statystyczne dla okresu 1951—1975 nie są zadowalające i mogą być obarczone błędami wynikającymi z trudności pomiarowych oraz z niedoskonałości rozpoznania krzywych konsumpcyjnych. W dorzeczu Wieprza większość posterunków wodowskazowych na małych dopływach ma obserwacje niekompletne lub fragmentaryczne. Dla kilku podstawowych stacji istnieje pełna seria obserwacyjna. Pozwoliło to, przy użyciu pośrednich związków korelacyjnych na uzupełnienie danych i przedłużenie kilkunastoletnich serii pomiarowych do jednolitego i porównywalnego okresu. Ostatecznie przygotowano dane dla 14 posterunków pomiarowych**. Kontrolują one stosunki odpływu

* Zestawienia dokonał mgr Marek Wójcik.

** Rozmieszczenie posterunków pomiarowych zilustrowano w dalszej części pracy na mapie dokumentacyjnej (ryc. 8).

w 9 zlewniach położonych w wyżynnej części dorzecza Wieprza i 5 w nizinnej. Powierzchnie zlewni mieszczą się w granicach od 220 do 3000 km².

Duże trudności sprawiło zgromadzenie odpowiednich informacji pluwiometrycznych. Podobnie jak dane hydrometryczne, tak i materiały obserwacyjne dotyczące opadów są niejednorodne, jeżeli chodzi o jakość oraz długość serii. Z tego powodu w trakcie opracowania pominięto większość stacji o krótkich okresach obserwacyjnych i zrezygnowano z wartości wyraźnie błędnych. W rezultacie weryfikacji uwzględniono dane z 57 posterunków opadowych. W celu zmniejszenia nieregularności rozmieszczenia punktów pomiarowych wykorzystano niektóre stacje o niepełnych seriach obserwacyjnych. Krótkie ciągi opadowe sprowadzono do okresu 1951—1975 stosując metodę ilorazów. Uzupełniono też wszelkie luki obserwacyjne.

Warto podkreślić, że analizowany okres wieloletni jest korzystny z punktu widzenia przeprowadzonych badań, bowiem dwudziestopięcioletnie 1951—1975 odznaczało się dużymi kontrastami hydrologicznymi. Obejmowało ono zarówno lata bardzo wilgotne (1967, 1975), jak i suche (1952, 1959, 1960).

PODSTAWY METODYCZNE OPRACOWANIA

METODA OKREŚLANIA BILANSU WODNEGO

Główną podstawę metodyczną opracowania stanowi schemat równań bilansu wodnego zlewni w ujęciu zaproponowanym przez Lwowicza (1963, 1979):

$$\begin{aligned}U &= Hg + E = P - Ho, \\H &= Ho + Hg, \\P &= Ho + Hg + E,\end{aligned}$$

gdzie: P — opad, E — parowanie terenowe (deficyt odpływu), U — uwilgotnienie obszaru, H — odpływ całkowity, Ho — spływ powierzchniowy, Hg — odpływ gruntowy.

Przyjęta w pracy metoda rozwiązywania bilansu w tym określenia wielkości odpływu i zasilania podziemnego, wiąże się z wykorzystaniem formuły matematycznej, nazwanej modelem struktury genetycznej odpływu. Dla obszaru Polski wspomniany model ustalony został na drodze empirycznej w opracowaniu wcześniejszym (Paszczyk 1975). Ma on postać zależności allometrycznej, informuje bowiem o istnieniu stałej, proporcjonalnej relacji między wielkościami odpowiednich składowych genetycznych odpływu. Stanowi obiektywny dowód prawdziwości tezy pozwalającej traktować zlewnię jako samoregulujący się system hydrologiczny.

Allometryczny model struktury odpływu daje się zapisać w formie następującego równania:

$$\frac{H_g}{H} = \frac{H_{gp}}{H_g} \quad (1)$$

H_{gp} — oznacza odpływ gruntowy podstawowy (bazowy).

Dokonując prostych przekształceń arytmetycznych formuły (1) można ustalić szereg zależności hydrologicznych równoważnych:

$$\begin{aligned} \frac{H_{gp}}{H} &= \left[\frac{H_g}{H} \right]^2, & \frac{H_g}{H} &= \sqrt{\frac{H_{gp}}{H}} \\ H &= \frac{H_g^2}{H_{gp}}, & H_{gp} &= \frac{H_g^2}{H} \\ H_g &= \sqrt{H \cdot H_{gp}} \end{aligned} \quad (2)$$

Analogiczny zestaw współzależnych równań uzyskać można po wprowadzeniu do pierwotnej postaci modelu (1) opadów i określeniu odpowiednich współczynników odpływu.

Dla statystycznego opracowania danych podstawowe znaczenie miało równanie (2), według którego dla wszystkich rozważanych zlewni obliczono przeciętną wielkość odpływu gruntowego jako średnią geometryczną przeciętnego odpływu całkowitego i odpływu gruntowego podstawowego. Ten ostatni dla poszczególnych stacji pomiarowych wyliczony został w sposób przybliżony metodą Kicińskiego (1970) jako średnia z odpływów minimalnych rocznych.

Znajomość co najmniej dwóch elementów równania (1) oraz opadów umożliwia pełne rozwiązanie bilansu wodnego według schematu ustalonego przez Lwowicza (1963, 1979). Jeśli znane są H i H_g , wzór (1) pozwala uzyskać dodatkowe informacje o średnich rocznych odpływach minimalnych stanowiących, jak wiadomo, podstawę ustalania eksploatacyjnych i dynamicznych zasobów wodnych zlewni.

ZAŁOŻENIA ANALIZY STATYSTYCZNEJ

W badaniach statystycznych wykorzystano metodę korelacji i regresji wielokrotnej (Kaczmarek 1970, Podstawy... 1978). W trakcie opracowania wszystkie zlewnie rozpatrywano jako jeden układ wielowymiarowy. Opisano go zbiorem K parametrów geograficznych jako zmiennych niezależnych i L parametrów hydrologicznych jako zmiennych zależnych. Wyniki obserwacji zebrano w formie macierzy:

$$\begin{bmatrix} x_{11}, & x_{12}, & \dots, & x_{1K}, & y_{11}, & y_{12}, & \dots, & y_{1L} \\ x_{21}, & x_{22}, & \dots, & x_{2K}, & y_{21}, & y_{22}, & \dots, & y_{2L} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N1}, & x_{N2}, & \dots, & x_{NK}, & y_{N1}, & y_{N2}, & \dots, & y_{NL} \end{bmatrix}$$

$$k = 1, 2, \dots, K; \quad l = 1, 2, \dots, L; \quad n = 1, 2, \dots, N.$$

Do opisu układu N zlewni przyjęto ogólne równanie liniowe o postaci: $y_{nl} = B + B_1 x_{n1} + \dots + B_k x_{nk} + e_n$, które przybliżono przy pomocy wzoru empirycznego regresji wielokrotnej:

$$y_{nl} = b_0 + b_1 x_{n1} + \dots + b_k x_{nk}. \quad (3)$$

Parametry równania (3) zidentyfikowano minimalizując sumę kwadratów błędów S ze względu na b_0, b_1, \dots, b_k :

$$S = \sum_{n=1}^N (\bar{y}_{nl} - \bar{y}_{nl})^2 \rightarrow \min.$$

W procesie identyfikacji wykorzystano metodę suboptymalnego doboru zmiennych, polegającą na kolejnym wprowadzaniu do regresji zmiennych niezależnych, aż do momentu uzyskania zadowalających wyników dokładności oszacowania modelu empirycznego. Porządek wprowadzania zmiennych do równania kontrolowany był przez współczynniki korelacji częściowej jako miary istotności zmiennych niezależnych. Dla zachowania liniowości modelu konieczne było dokonanie transformacji niektórych danych drogą logarytmowania.

ZASADY OPRACOWANIA MAP

Problematyka map hydrologicznych nadal jeszcze wywołuje wiele wątpliwości metodycznych (B y c z k o w s k i 1970, D y n o w s k a 1976, Hydrological... 1979). Rozbieżności poglądów dotyczą zagadnień poprawności i przydatności różnych metod prezentacji kartograficznych, stosowanych w badaniach zróżnicowania przestrzennego poszczególnych elementów bilansu wodnego, a przede wszystkim odpływu. Głównym powodem kontrowersji są mapy izarytmiczne. Wśród hydrologów istnieją zasadnicze nieporozumienia co do sposobu ich interpretacji oraz możliwości wykorzystania w analizie hydrologicznej.

Propozycje metodyczne przedstawione w opracowaniu nawiązują do doświadczeń lubelskiej szkoły kartograficznej. Wykorzystują wskazania metodyczne zawarte w pracach: Uhorczaka (1940), Barwińskiej (1965) i Mościbrody (1976). Przyjęte założenia zmierzają do ustalenia poprawnej i obiektywnej, dającej się sformalizować matematycznie metody prezentacji kartograficznej bilansu wodnego, jako serii wzajemnie dopasowanych map ilustrujących zróżnicowanie poszczególnych jego elementów.

Zasady konstrukcji map bilansu oraz ich cechy charakterystyczne przedstawiono w kilku punktach. Mapy traktowano jako formę graficznej interpretacji powierzchni statystycznych, utworzonych na drodze analizy i transformacji mapy izohiet rocznych:

1. Konstrukcję kartograficzną oparto na wartościach ustalonych dla umownych punktów odniesienia, wyznaczonych w środkach geometrycznych pól sześciobocznych. W skali każdej mapy pola te nawiązują wielkością (250 km^2) do najmniejszych powierzchni zlewni, dla których istnieją dane obserwacyjne.

2. Geometryczne kształty oraz stała wielkość i niezmienny układ pól podstawowych zapewniają porównywalność i jednakowy stopień uogólnienia obrazu graficznego poszczególnych elementów bilansu wodnego. Pozwalają zachować również — przy stosowaniu średnich ruchomych (Barwińska 1965) — warunki wymierności map, rozumiane w sensie możliwości odtworzenia rzeczywistych wartości hydrologicznych na drodze kartometrycznej, dla jednostek powierzchniowych porównywalnych z wielkością pola podstawowego.

3. W trakcie konstrukcji map punkty odniesienia łączono siecią osi interpolacyjnych. Dzięki regularnemu ułożeniu pól sześciobocznych uzyskano charakterystyczny układ trójkątnych poligonów interpolacyjnych, który pozwala uniknąć niejednoznaczności obrazu izarytmicznego.

4. Przy sporządzaniu map posługiwano się metodą interpolacji liniowej. Wartości statystyczne wyznaczano w sposób geometryczny na osiach tworzących granice poszczególnych poligonów interpolacyjnych. Konsekwencją przyjętej funkcji interpolacyjnej są przebiegi izarytm w postaci linii łamanych.

5. W celu zobrazowania zmienności elementów bilansu w sposób porównywalny stosowano proporcjonalne przedziały cięcia izarytmicznego.

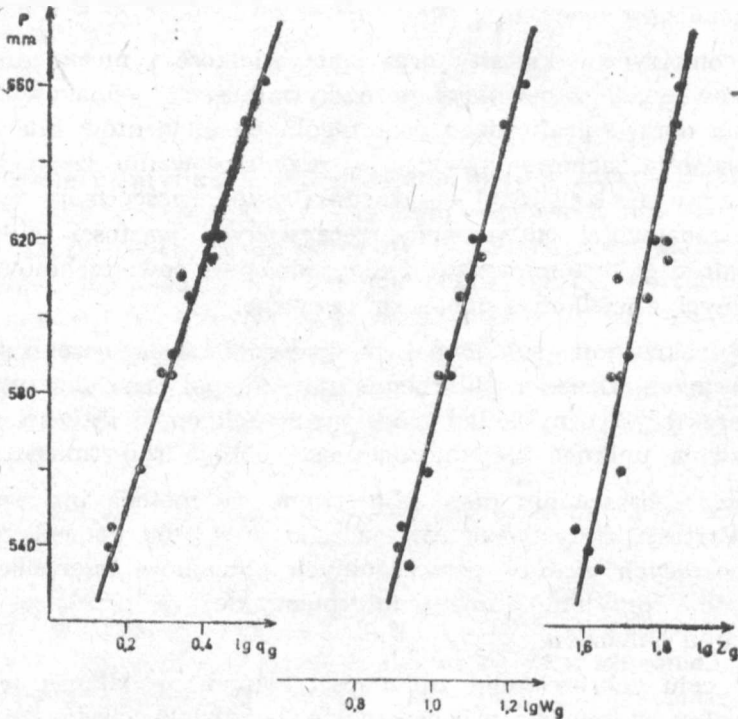
6. Przyjęte zasady interpolacji spełniają warunek dokładnego powiązania poszczególnych map, zgodnego z matematycznym równaniem bilansu wodnego.

Należy podkreślić, że zamieszczone w opracowaniu mapy traktować należy jedynie jako ilustrację zmienności elementów bilansu wodnego w skali regionalnej. W mniejszym stopniu natomiast jako wyraz lokalnego zróżnicowania składników obiegu wody, związanego z konkretnymi warunkami geograficznymi. Sporządzone mapy, które stanowią modele przestrzenne i pojęciowe bilansu wodnego, są geograficzną formą przedstawienia stanu hydrologicznego dorzecza Wieprza w okresie 1951—1975.

ANALIZA WYNIKÓW

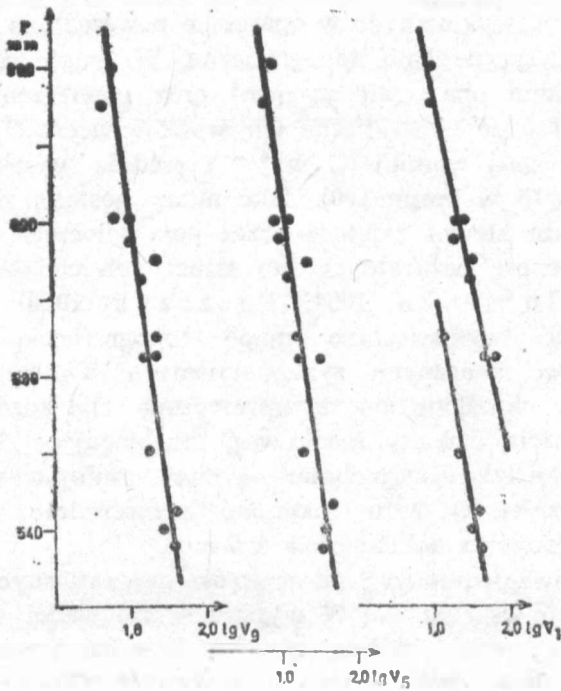
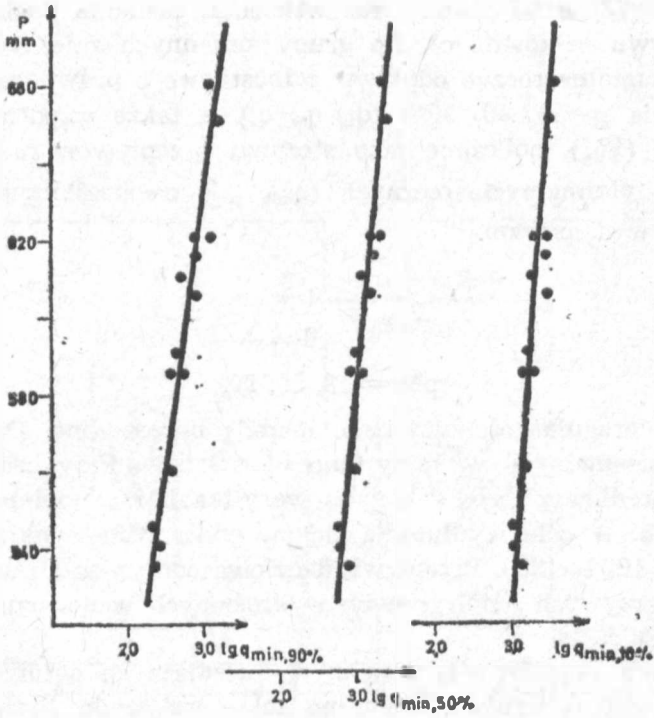
BADANIA STATYSTYCZNE

W zbiorze zmiennych hydrologicznych (zależnych) uwzględniono przeciętne odpływy jednostkowe całkowite i gruntowe (q i q_g w $l/s\ km^2$), odpływy gruntowe podstawowe (q_{gp} w $l/s\ km^2$), współczynniki odpływu



Ryc. 1 a, b, c. Zależności zmiennych hydrologicznych od opadów (oznaczenia symboli wyjaśnione w tekście)

a, b, c — dependency of hydrologic variables from precipitation (for explanations of the symbols see text)



gruntowego (W_g w % opadu) oraz wskaźniki zasilania podziemnego (Z_g w % odpływu całkowitego). Do grupy zmiennych zależnych zaliczono również minimalne roczne odpływy jednostkowe o prawdopodobieństwie występowania $p=10, 50, 90\%$ (q_1, q_5, q_9), a także współczynniki nieregularności ($V_{p\%}$), obliczone jako stosunki przepływów maksymalnych ($q_{\max, p\%}$), i minimalnych rocznych ($q_{\min, p\%}$) o określonym prawdopodobieństwie występowania:

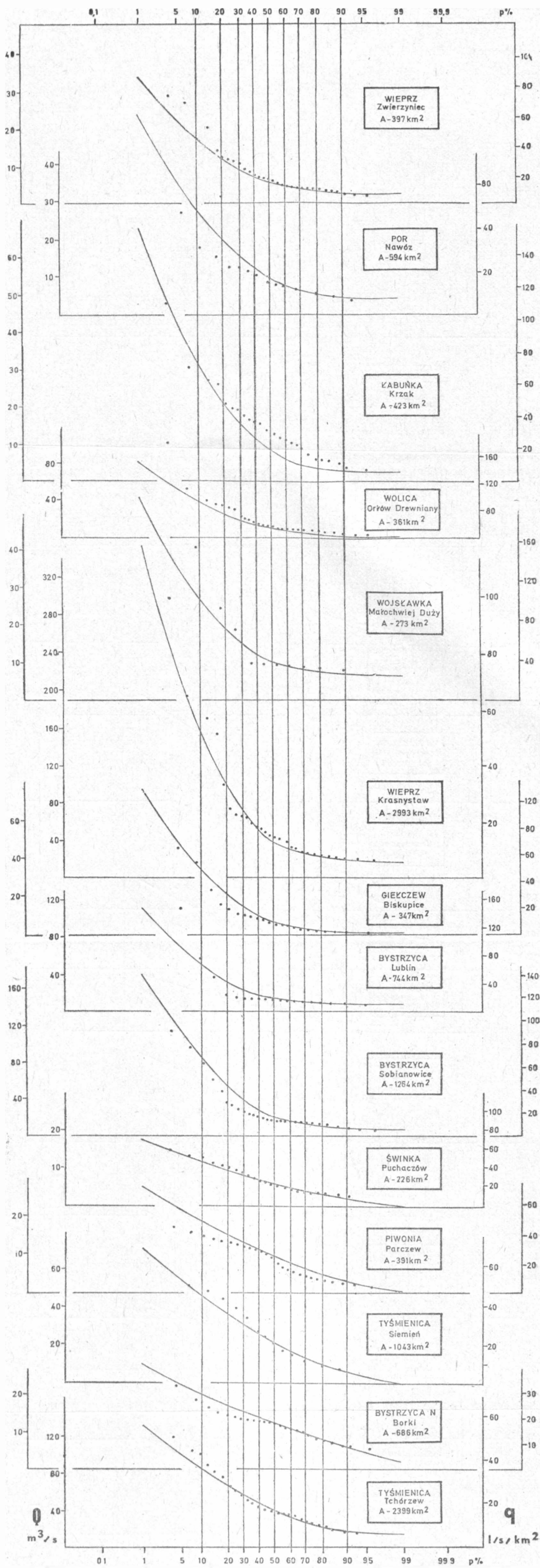
$$V_{p\%} = \frac{q_{\max, p\%}}{q_{\min, p\%}}$$

$$p\% = 10, 50, 90.$$

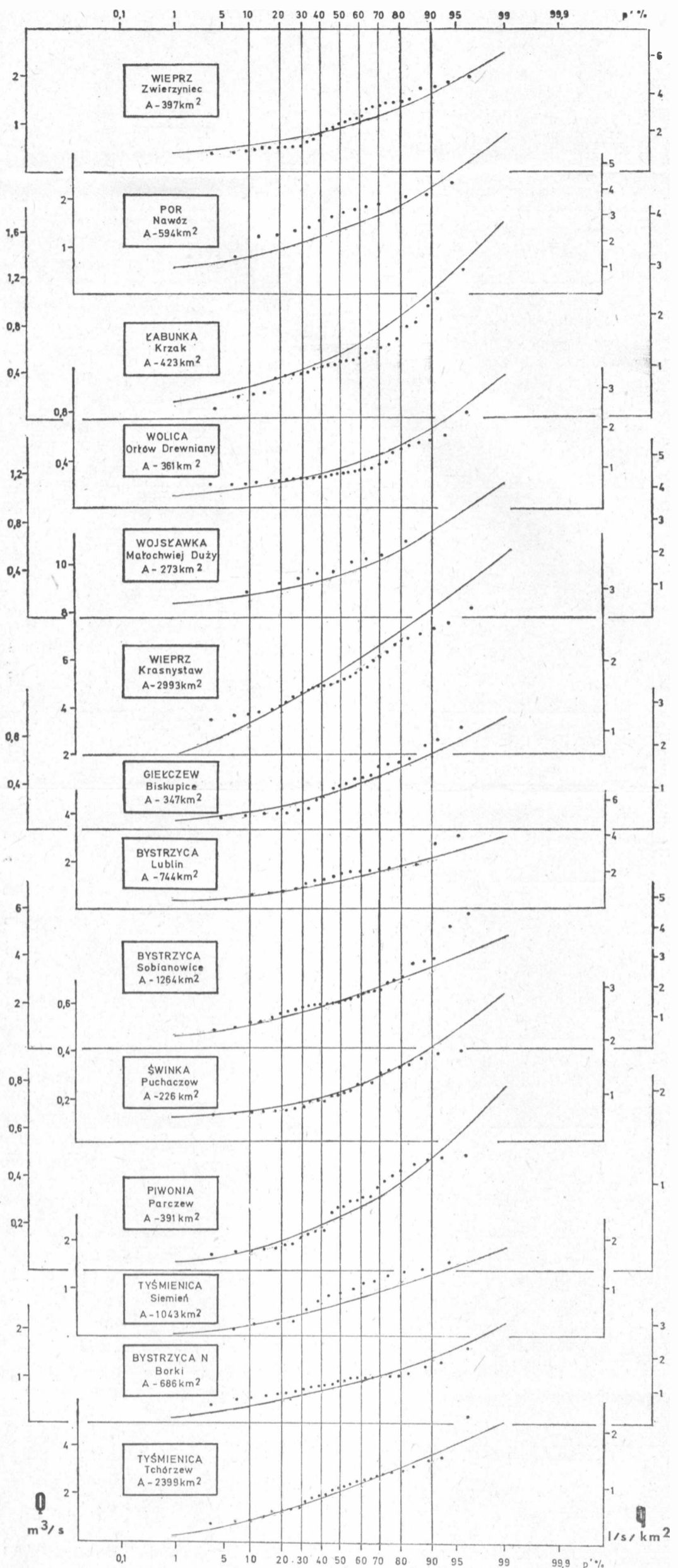
Miary nieregularności uzyskano metodą uproszczoną. Dane o przepływach ekstremalnych wykorzystano *in extenso*. Przy braku pełnych informacji źródłowych nie dokonano weryfikacji i uzupełnień serii obserwacyjnych. W celu wydłużenia ciągów wykorzystano natomiast dane z pięciolecia 1976—1980. Przepływy decylowe odczytano z odrębnie wyrównanych krzywych empirycznych wykreślonych w normalnej podziałce prawdopodobieństwa.

W wyniku skorelowania zmiennych niezależnych ograniczono zbiór parametrów geograficznych. Wybrano takie wskaźniki liczbowe, które są najłatwiejsze do ustalenia na drodze prostych pomiarów i odczytów kartometrycznych, wykonanych w oparciu o powszechnie dostępne przeglądowe mapy fizyczne bądź topograficzne. W grupie cech geograficznych uwzględniono opady (P w dcm) oraz powierzchnie zlewni (A w km^2) i współrzędne geograficzne ich środków geometrycznych (ψ, λ), a także gęstość sieci wodnej (G w %) i średnie wysokości wyrażone w hektometrach (h w $\text{mnpm}/100$). Jako miary gęstości sieci użyto procentu powierzchni zlewni zajętego przez pola kilometrowe, w których zanotowano obecność naturalnych lub sztucznych cieków i zbiorników wodnych (Chałubińska 1954, Paszczyk 1975). Do pomiarów kartometrycznych wykorzystano mapę topograficzną w podziałce 1:100 000. Wobec znacznych systematycznych błędów pomiarowych przeciętne opady określono metodą uproszczoną. Dla każdej zlewni wyrażano je wartością izohiety środkowej, przebiegającej w strefie centralnej zlewni i dzielącej jej obszar na dwie, mniej więcej równe powierzchniowo części. Odczytu dokonano bezpośrednio z wykreślonej mapy izohiet rocznych z dokładnością ± 5 mm.

Większość uwzględnionych parametrów geograficznych ma charakter syntetycznych wskaźników. W wyniku skorelowania z innymi parametrami informują one o spadkach terenu i kształcie zlewni oraz o przepuszczalności podłoża i warunkach klimatycznych. Charakteryzują ogół-



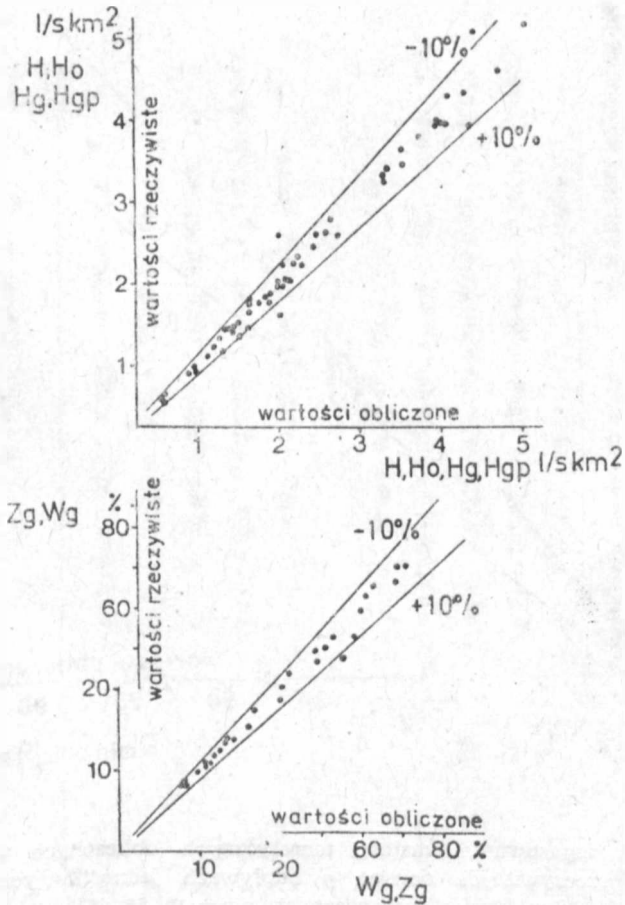
Ryc. 3. Punkty doświadczalne i teoretyczne krzywe prawdopodobieństwa pojawiania się maksymalnych odpływów rocznych w badanych zlewniach dorzecza Wieprza; $p\%$ — prawdopodobieństwo przewyższenia
 Experimental points and theoretic probability curves for maximum yearly runoff in analyzed catchments of the Wieprz drainage basin



Ryc. 2. Punkty doświadczalne i teoretyczne krzywe prawdopodobieństwa pojawiają się minimalnych odpływów rocznych w badanych zlewniach dorzecza Wieprza; $p^0\%$ — prawdopodobieństwo nieosiągnięcia

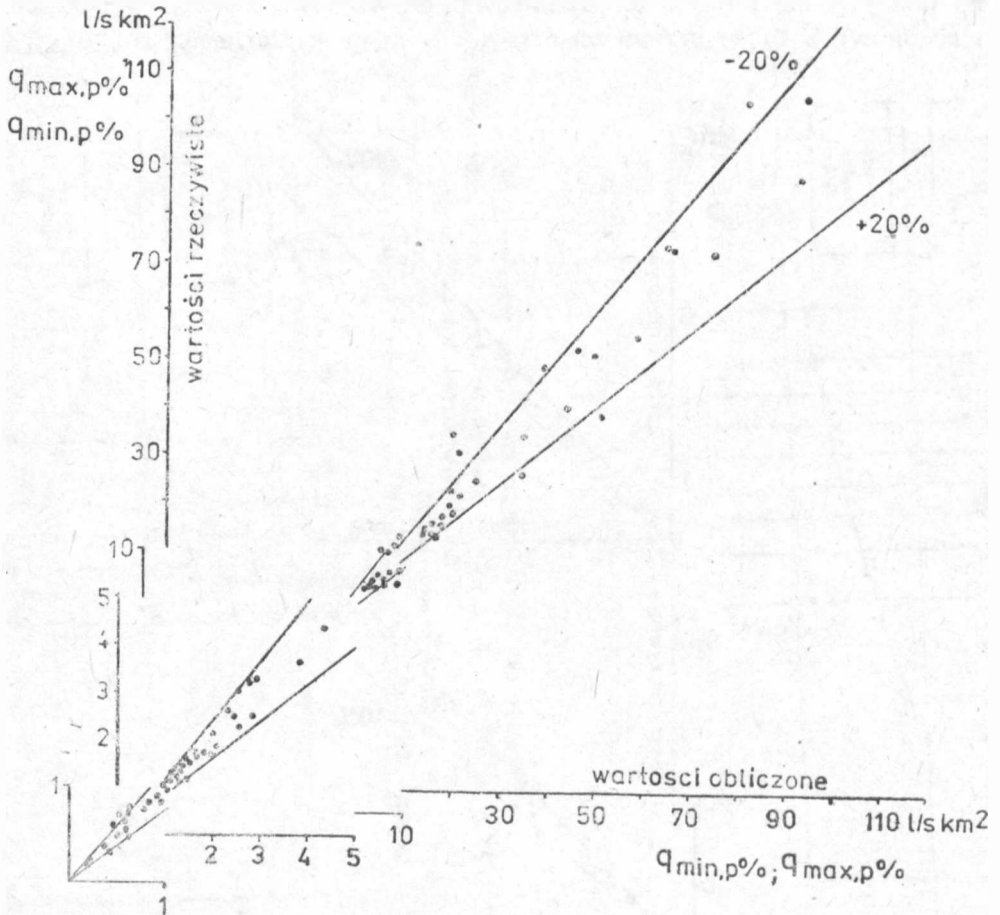
Experimental points and theoretic probability curves for minimum yearly runoff in analyzed catchments of the Wieprz drainage basin

ny potencjał energetyczny zlewni, wynikający z jej położenia geograficznego i wyniesienia nad poziom morza. Uwzględnione wskaźniki, z wyjątkiem opadów, mają charakter stały lub mało zmienny w czasie. Współczynniki gęstości sieci wodnej rejestrują stan historyczny, stanowią więc mierniki jakościowe. W zespole zmiennych geograficznych szczególną rolę odgrywają opady, które w warunkach dorzecza Wieprza stają się czynnikiem „ponadklimatycznym”. Ich zmienność przestrzenna pokrywa się bowiem ze zróżnicowaniem rzeźby dorzecza (wysokości i spadków), a także przepuszczalności i budowy geologicznej terenu.



Ryc. 4. Korelacja wartości rzeczywistych i obliczonych według zredukowanej formy wzorów empirycznych (oznaczenia symboli wyjaśnione w tekście pracy)
Correlations of real and calculated (after the reduced empiric formulae) values (for explanations of the symbols see text)

Najistotniejsze wyniki badań statystycznych (tab. 1 i 2) podano jako wybrane wzory empiryczne ustalone na drodze obliczeń numerycznych*. Jak już wspomniano, parametry równań w każdym przypadku określano stosując metodę najmniejszych kwadratów. Wykorzystano możliwości odpowiedniego doboru zmiennych niezależnych. Dla każdej charakterystyki hydrologicznej wybrano suboptymalne zestawy cech geo-



Ryc. 5. Stopień dopasowania wartości teoretycznych (obliczonych wzorami zredukowanymi) do rzeczywistych danych o odpływach jednostkowych minimalnych i maksymalnych rocznych o $p = 10, 50, 90\%$

Adjustment of theoretic values (calculated by reduced formulae) to real data on unit minimum and maximum yearly runoff with $p = 10, 50, 90\%$

* Obliczeń dokonano w Zakładzie Metod Numerycznych Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej.

Tab. 1. Zestawienie wzorów empirycznych do obliczeń zmiennych hydrologicznych, jako funkcji optymalnego zestawu danych cech geograficznych
 Empiric formulae for calculations of hydrologic variables as the function of optimal set of analyzed geographic characteristics

| Lp. | Błąd (w ‰) | Formuła empiryczna | Współczynnik R^2 |
|-----|---------------|---|-----------------------|
| 1 | 3,80 | $\lg Zg = 0,1869P + 0,0839lgA + 0,1048\psi + 0,1083h - 5,2036$ | 0,8915 |
| 2 | 2,21 | $\lg q_g = 1,3432 + 0,3266P + 0,1940lgA$ | 0,9829 |
| 3 | 4,11 | $\lg q = 3,05010 + 0,1240P - 0,0645lgA$ | 0,6200 |
| 4 | 4,75 | $\lg q_{sp} = 0,5049P + 0,1055lgA + 0,1227\psi + 0,1336h - 6,7841$ | 0,9746 |
| 5 | 2,27 | $\lg Wg = 0,2537P + 0,0189lgA - 0,4965$ | 0,9706 |
| 6 | 11,56 | $\lg q_1 = 0,6918 + 0,4465P$ | 0,7592 |
| 7 | 11,77 | $\lg q_3 = 0,5243P + 0,1256lgA - 0,3954$ | 0,8431 |
| 8 | 14,12 | $\lg q_5 = 0,7735P + 0,2409lgA + 0,3541\psi + 0,3482h - 0,0086G - 28,406$ | 0,8892 |
| 9 | 12,81 | $\lg V_1 = 3,8279 - 0,0141G - 0,9471P + 0,1307\lambda + 0,2751h$ | 0,7866 |
| 10 | 19,51 | $\lg V_5 = 32,6033 - 0,6634P - 0,3042lgA - 0,5014\psi - 0,4485h$ | 0,7164 |
| 11 | 17,82 | $\lg V_9 = 5,8594 - 0,6404P - 0,3149lgA$ | 0,6390 |

Uwaga: Kolejność zmiennych geograficznych w równaniach uporządkowana według ich znaczenia statystycznego. Od-
 pływ jednostkowe oblicza się w mililitrach! Zg — wskaźnik zasilenia podziemnego w ‰, q_g — odpływ podziemny, q —
 odpływ całkowity, q_{sp} — odpływ podziemny podstawowy, Wg — współczynnik odpływu podziemnego w ‰, q_1 , q_3 , q_5 —
 odpływy minimalne roczne o prawdopodobieństwie $p = 10, 50, 90\%$, V_1 , V_5 , V_9 — współczynniki nieregularności obliczone
 według wzoru 9. P — opad wyrażony w decymetrach, A — powierzchnia zlewni w km^2 , h — średnia wysokość zlewni
 w hektometrach, G — wskaźnik gęstości sieci wodnej w ‰, ψ , λ — szerokość i długość geograficzna położenia środka geo-
 metrycznego zlewni.

graficznych (tab. 1). W większości przypadków były to opady i powierzchnie zlewni, uzupełnione niekiedy o szerokość geograficzną położenia środka geometrycznego zlewni i jej średnią wysokość nad poziom morza. Równania o dużej ilości parametrów liczbowych były trudne do praktycznego wykorzystania. Dlatego, kosztem niewielkiego zmniejszenia dokładności obliczeń, zaproponowano (tab. 2) zredukowane formy wzorów empirycznych. Ilość zmiennych niezależnych ograniczono do opadów oraz do opadów i powierzchni zlewni. Z wyjątkiem jednego przypadku takie postępowanie było równoznaczne z przyjęciem równania uzyskanego w pierwszym i drugim etapie zastosowanej procedury obliczeniowej. Związek charakterystyk hydrologicznych z opadem przedstawiono na wykresach (ryc. 1 a, b, c).

Tab. 2. Zredukowane formuły wzorów empirycznych do obliczeń zmiennych hydrologicznych
Reduced empiric formulae for calculations of hydrologic variables

| Lp. | Błąd (w %) | Formuła empiryczna | Współczynnik R ² |
|-----|------------|--|-----------------------------|
| 1 | 6,96 | $\lg Z_g = 0,5050 + 0,2064P$ | 0,6613 |
| 2 | 2,71 | $\lg q_R = 1,3920 + 0,3275P$ | 0,9777 |
| 3 | 8,79 | $\lg q_{gp} = 0,5330P - 0,1033$ | 0,9086 |
| 4 | 2,79 | $\lg W_g = 0,2541P - 0,4460$ | 0,9622 |
| 5 | 13,58 | $\lg q_s = 0,5303P - 0,0798$ | 0,7760 |
| 6 | 22,67 | $\lg q_B = 0,7108P - 1,4932$ | 0,7370 |
| 7 | 3,94 | $\lg Z_g = 0,2023P + 0,0842 \lg A + 0,2935$ | 0,8378 |
| 8 | 5,80 | $\lg q_{gp} = 0,5290P + 0,1036 \lg A - 0,3636$ | 0,9610 |
| 9 | 18,43 | $\lg q_s = 0,7030P + 0,1226 \lg A - 1,9018$ | 0,8312 |
| 10 | 22,75 | $\lg V_s = 5,5606 - 0,6122P - 0,2589 \lg A$ | 0,6770 |
| 11 | 10,11 | $\lg V^n = 4,9998 - 0,5892P - 0,1061 \lg A$ | 0,6151 |
| 12 | 12,25 | $\lg V^{n'} = 6,6048 - 0,8128P - 0,0731 \lg A$ | 0,7406 |

Uwaga: Indeksami ⁿ i ^{n'} oznaczono równania ustalone dla obszarów nizinnych i wyżynnych dorzecza Wieprza. Pozostałe oznaczenia i uwagi jak w tab. 1.

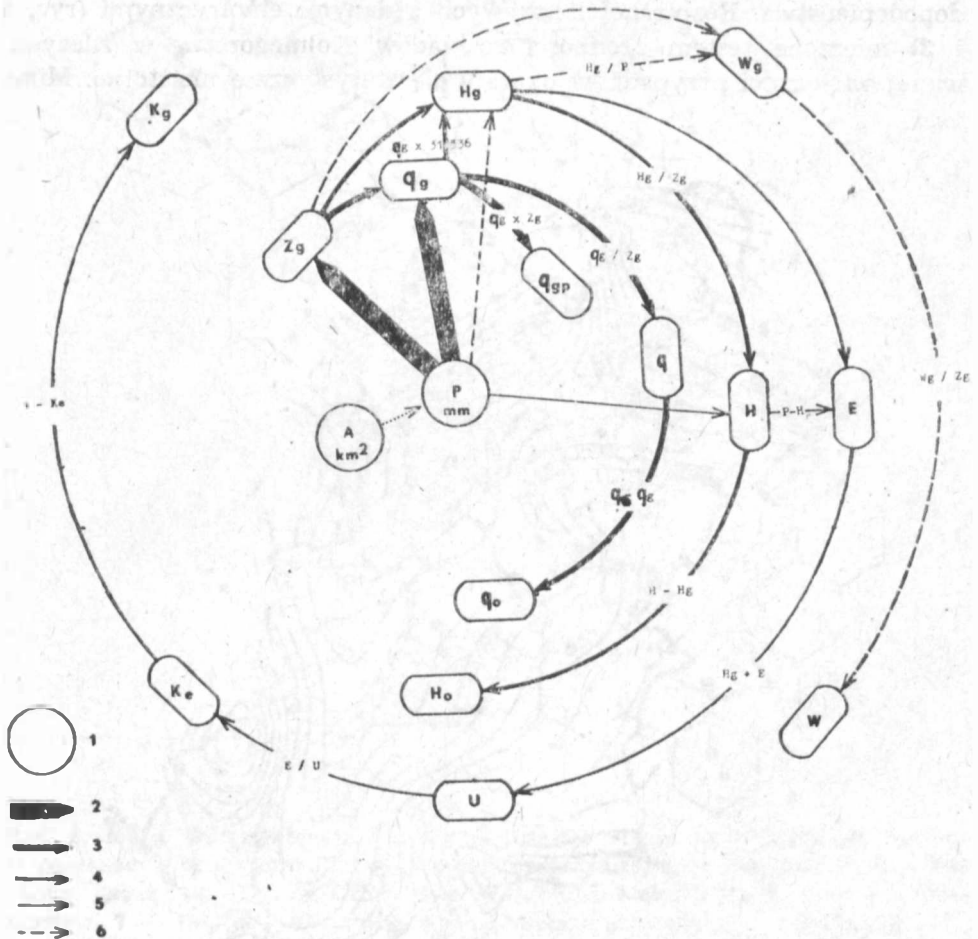
Większość rozważanych zależności dotyczy całego dorzecza Wieprza. Jedynie dla określenia odpływów maksymalnych o $p = 10^0/0$, jako funkcji opadów i powierzchni zlewni konieczne było — w przeciwieństwie do innych cech hydrologicznych — ustalenie odrębnych formuł regionalnych dla obszarów wyżynnych i nizinnych dorzecza. Przybliżone wartości odpływów maksymalnych ustalano według wzorów, powstałych z połączenia równań do obliczeń odpływów minimalnych (q_1 , q_s , q_B) i współczynników nieregularności (V_1 , V_s , V_B):

$$q_1^w = 20000 \cdot 10^{-0,3663P} \cdot A^{-0,0713} \quad (b = 12,42\%/o),$$

$$q_1^n = 500 \cdot 10^{-0,1427P} \cdot A^{-0,1061} \quad (b = 16,30\%/o),$$

$$q_5 = 150 \cdot 10^{-0,0879P} \cdot A^{-0,1333} \quad (b = 14,94\%/o),$$

$$q_6 = 9,1 \cdot 10^{0,0626P} \cdot A^{-0,1523} \quad (b = 17,57\%/o).$$

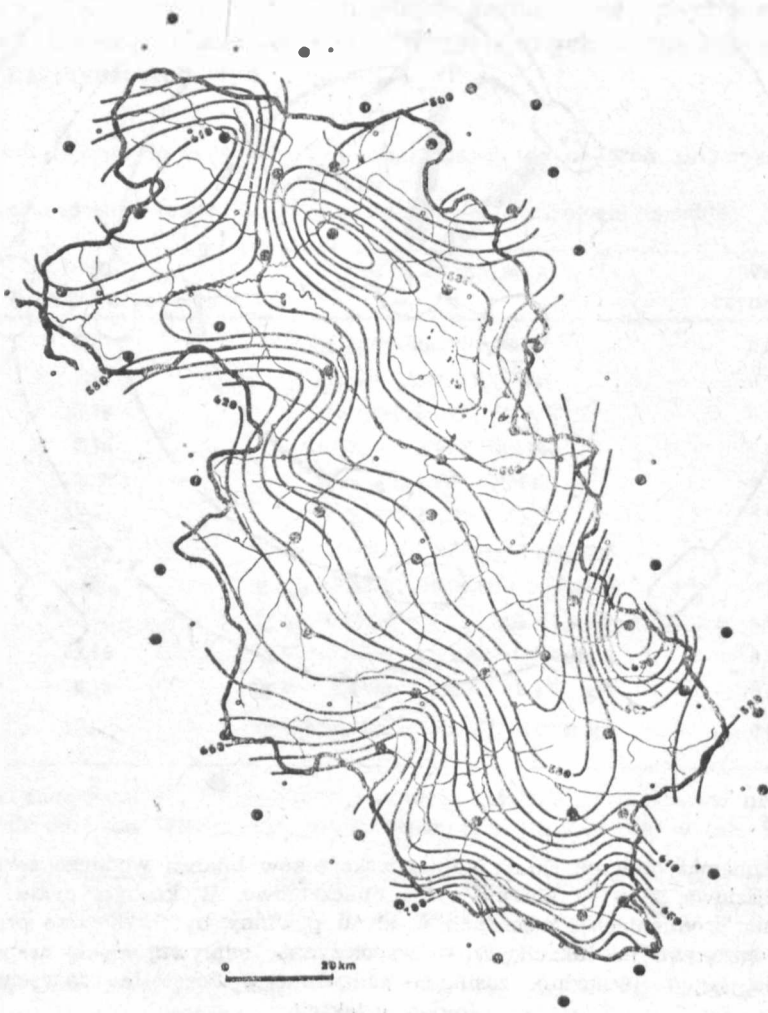


Ryc. 6. Schemat obliczeń składników i wskaźników bilansu wodnego zlewni; 1 — dane wejściowe, 2—6 — kolejne cykle obliczeniowe. W każdym cyklu działania opisane na promieniach i cięciwach wykresu powinny być wykonane przed działaniami opisanymi na łukach; W — współczynnik odpływu, Ke — współczynnik parowania, Kg — wskaźnik zasilania podziemnego. Pozostałe oznaczenia wyjaśniono w tekście

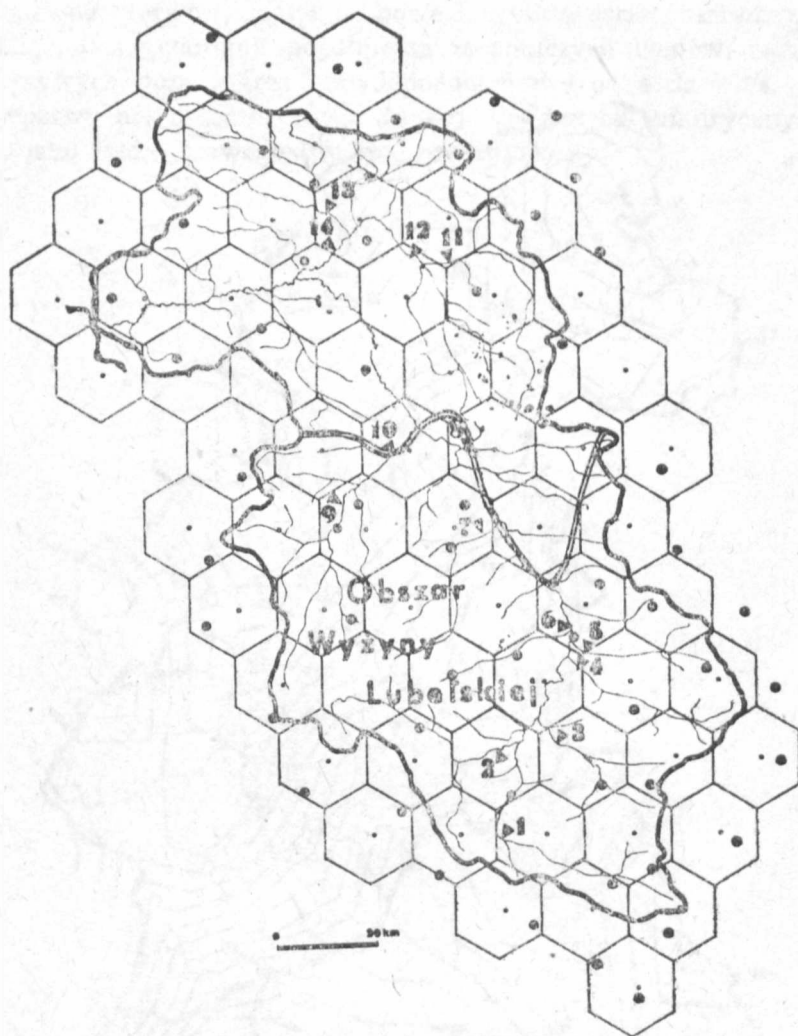
Scheme of calculation of components and indices of the water balance in a catchment; 1 — primary data, 2—6 — successive calculation cycles. Within every cycle the operations presented at radii and chords of the graph should be done before the operations marked at arcs

Indeksy „w” i „n” oznaczają wzory słuszne tylko dla obszarów wyżynnych i nizinnych. W nawiasach podano wartości błędów procentowych.

Wyliczone według odpowiednich równań odpływy skrajne o prawdopodobieństwie $p = 10, 50, 90\%$ pozwoliły wykreślić, zgodnie z metodą Dębskiego (1954), krzywe teoretyczne w normalnej podziałce prawdopodobieństwa. Rozbieżności krzywych z danymi empirycznymi (ryc. 2 i 3) mierzone testem zgodności rozkładów Kolmogorowa w zdecydowanej większości przypadków okazały się statystycznie nieistotne. Mimo

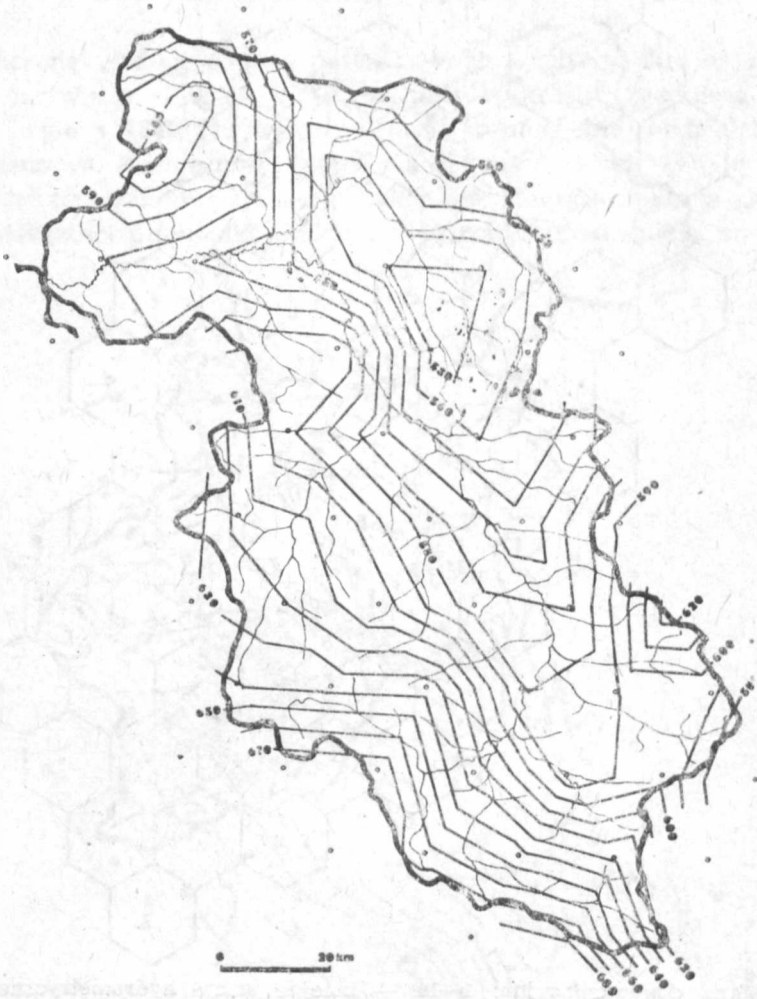


Ryc. 7. Mapa izohiet rocznych (1951—1975)
Map of yearly isohyets (1951—1975).



Ryc. 8. Mapa dokumentacyjna: 1—14 — kolejne stacje hydrometryczne opisane w porządku hydrologicznym: 1 — Wieprz, Zwierzyniec, 2 — Por, Nawóz, 3 — Łabuńka, Krzak, 4 — Wolica, Orłów, 5 — Wojsławka, Małochwiej, 6 — Wieprz, Krasnystaw, 7 — Gielczew, Biskupiec, 8 — Świnka, Puchaczów, 9 — Bystrzyca Lub., Lublin, 10 — Sobianowice, 11 — Piwonia, Parczew, 12 — Tyśmienica, Siemień, 13 — Bystrzyca N., Borki, 14 — Tyśmienica, Tchórzew. Czarne punkty oznaczają położenie stacji opadowych. Na mapie przedstawiono sieć pól podstawowych, oznaczono także ich środki geometryczne

Documentation map: 1—14 — successive hydrometric stations presented in a hydrologic order: 1 — Zwierzyniec, Wieprz River, 2 — Nawóz, Por River, 3 — Krzak, Łabuńka River, 4 — Orłów, Wolica River, 5 — Małochwiej, Wojsławka River, 6 — Krasnystaw, Wieprz River, 7 — Biskupice, Gielczew River, 8 — Puchaczów, Świnka River, 9 — Lublin, Bystrzyca Lubelska River, 10 — Sobianowice, Bystrzyca Lubelska River, 11 — Puchaczów, Świnka River, 12 — Siemień, Tyśmie-



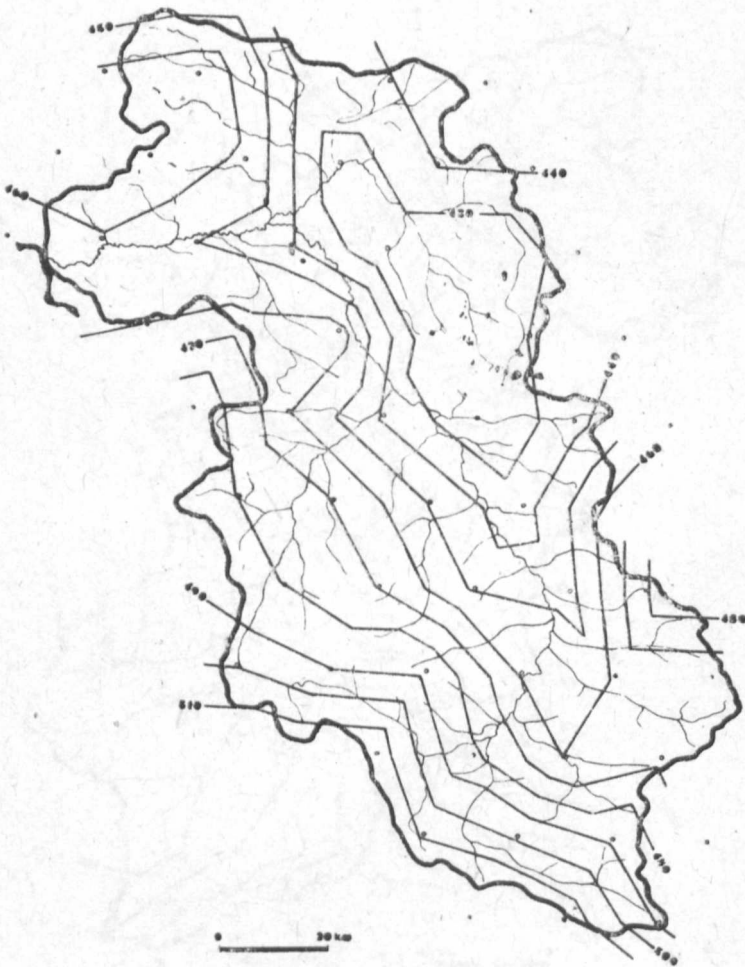
Ryc. 9. Opad (P w mm)
Precipitation (P in mm)

nica River, 13 — Borki, North Bystrzyca River, 14 — Tchórzew, Tyśmienica River. Black points mark location of precipitation stations. The map presents also a pattern of fields with their geometric centres

to, niepewne pierwotne dane liczbowe i krótkie serie obserwacyjne nie pozwalają, bez gwarancji popelnienia zasadniczych błędów, ekstrapolować krzywych poza zakres prawdopodobieństwa od 4 do 96%.

Dopasowanie poszczególnych funkcji do danych empirycznych wyrażano jako średni bezwzględny błąd procentowy:

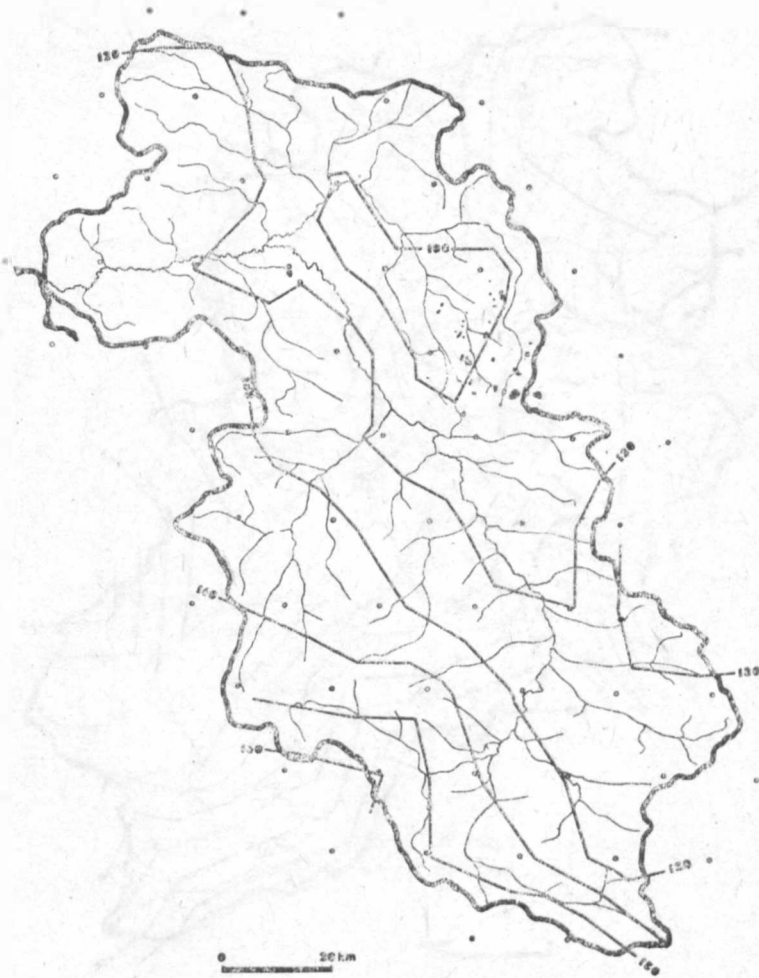
$$b = \sum_{n=1}^N \frac{|y_r - y_o|}{y_r \cdot N} \cdot 100$$



Ryc. 10. Parowanie terenowe — deficyt odpływu (E w mm)
Field evaporation — runoff deficit (E in mm)

gdzie: y_r — oznacza rzeczywiste wartości charakterystyk hydrologicznych, określone z danych wodowskazowych, y_o — wartości obliczone z odpowiednich wzorów, N — ilość zlewni.

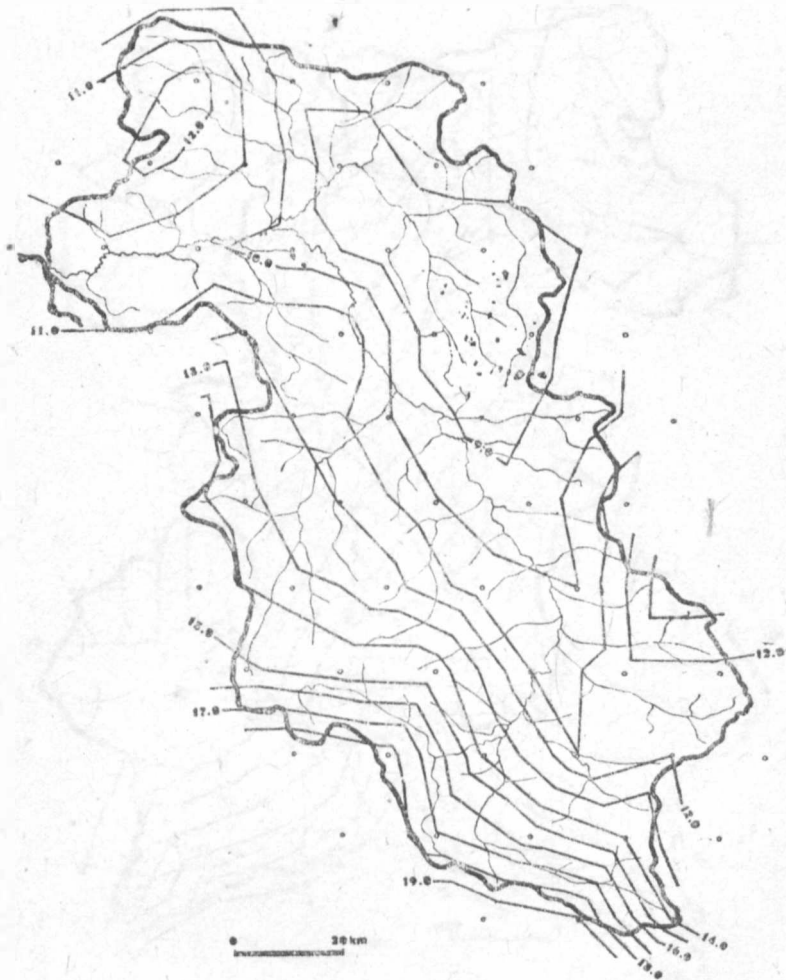
Obok błędów procentowych (tab. 1 i 2) podano również współczynniki determinacji R^2 . Wskazują one w przybliżeniu, jaka część wariacji zmiennych hydrologicznych daje się wyjaśnić wpływem uwzględnionych w równaniu cech geograficznych. Związek wartości rzeczywistych i obliczonych wraz z liniami błędów procentowych przedstawiono w formie graficznej (ryc. 4 i 5). Małe niezgodności danych teoretycznych i rze-



Ryc. 11. Odpiływ całkowity (H w mm)
Total runoff (H w mm)

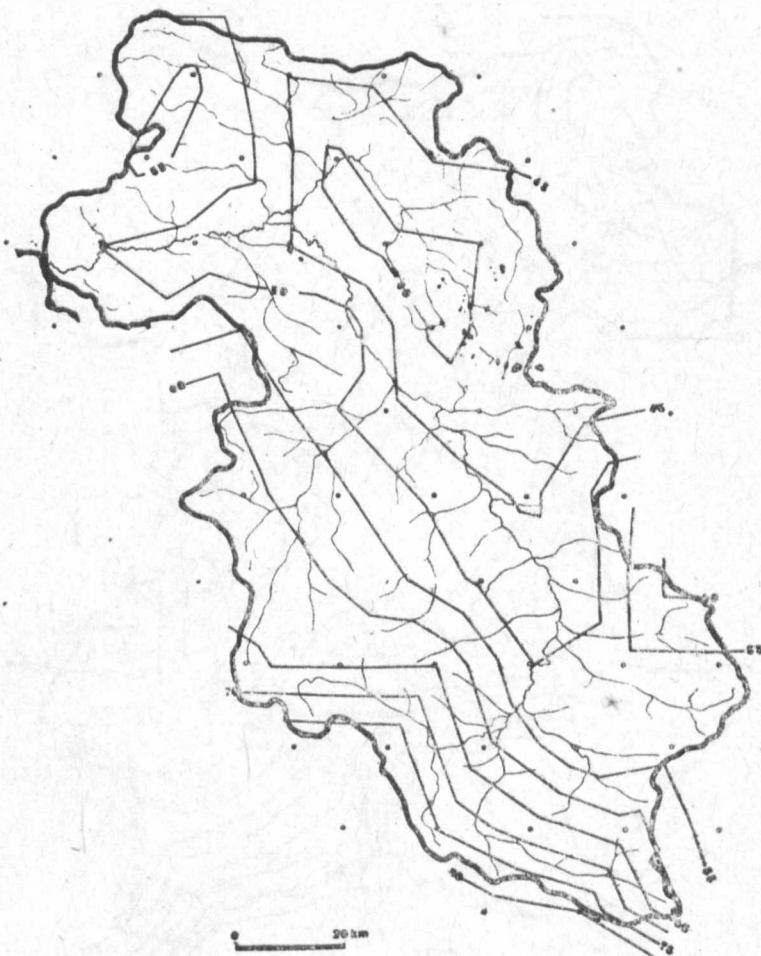
czywistych nie mogą jednak stanowić o praktycznym wykorzystaniu ustalonych wzorów do szczegółowych, projektowych obliczeń inżynierskich. Przedstawione równania wymagają dalszej ściślejszej weryfikacji w oparciu o dokładniejsze dane liczbowe. W chwili obecnej mogą służyć jedynie do obliczeń szacunkowych i porównawczych w skali regionalnej, dla zlewni niekontrolowanych o powierzchniach mieszczących się w przedziale od 220 do 3000 km².

Wszystkie zawarte w pracy równania są wyrazem przeciętnego stanu powiązań i współzależności hydrologicznych w dorzeczu Wieprza



Ryc. 12. Współczynnik odpływu gruntowego obliczony jako funkcja opadów
(W_g w ‰P)
Coefficient of ground runoff (W_g in ‰P)

w okresie 1951—1975. Ustalone wzory mają charakter zależności typu symptomatycznego. Nie są równaniami fizycznymi, w dużym stopniu wynikają z doboru zmiennych geograficznych i z techniki obliczeń numerycznych. W żadnym przypadku nie mogą być analizowane w kategoriach deterministycznej przyczynowości czy współzależności zjawisk. Ustalone równania posłużyły jedynie jako narzędzia do ekstrapolacji danych hydrologicznych i do przedstawienia wybranych elementów bilansu wodnego w postaci kartograficznej.



Ryc. 13. Wskaźnik zasilania podziemnego obliczony jako funkcja opadów (Zg. w ‰H)
Index of ground feeding (Zg in ‰H)

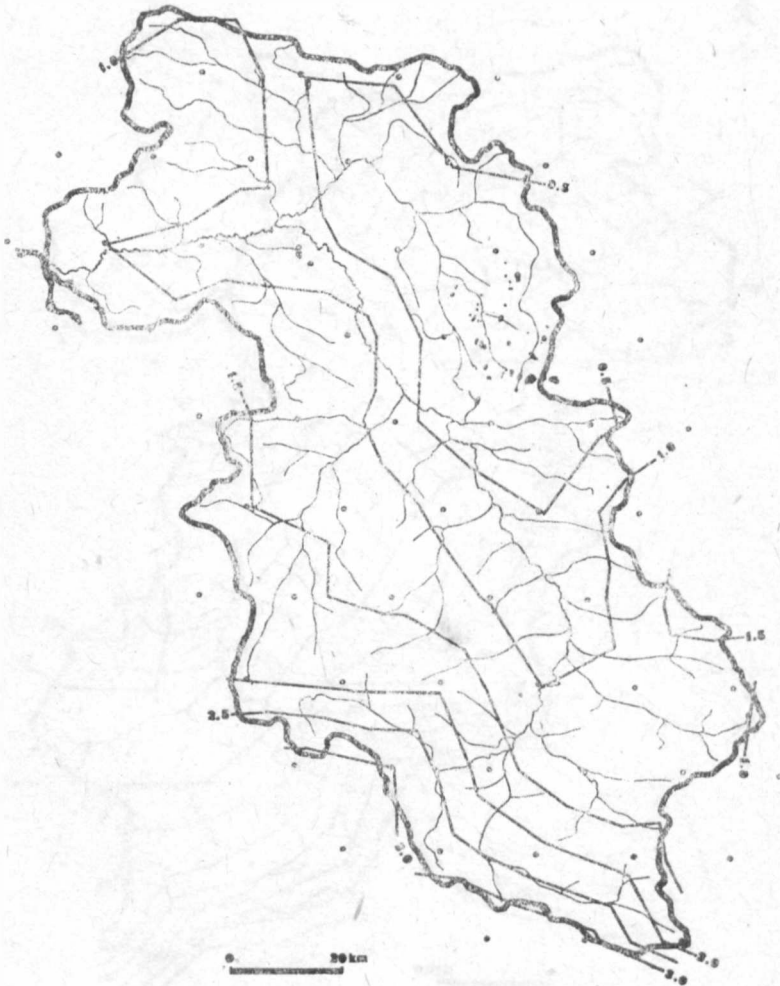
CHARAKTERYSTYKA MAP

Składniki bilansu wodnego, zilustrowane na mapach, obliczono według schematu (ryc. 6). Konkretnie działania w kolejnych cyklach obliczeniowych opisano bezpośrednio na łukach oraz promieniach i cięciwach wykresu kołowego. Na osi N—S schematu oznaczono podstawowe składniki bilansu według równania Lwowicza, zaś na osi W—E elementy klasycznego równania bilansu wodnego Pencka-Oppokowa.



Ryc. 14. Spływ powierzchniowy ($H_o = H - H_g$ w mm)
Surface runoff (H_o in mm)

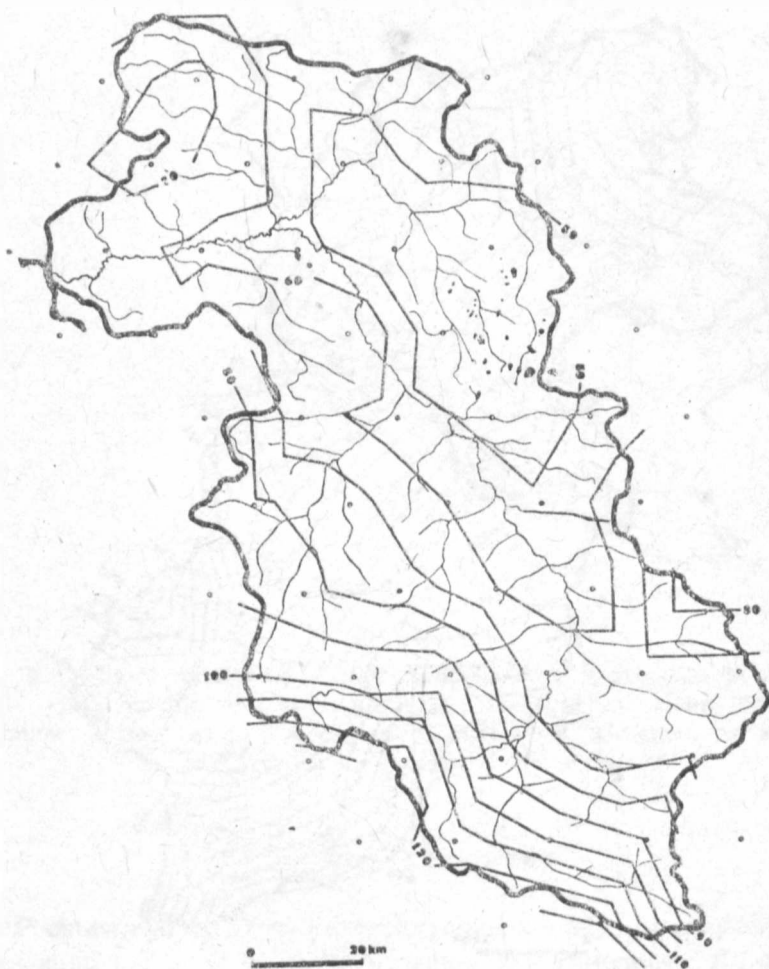
Ekstrapolacji składników bilansu dokonano po obliczeniach przeprowadzonych dla poszczególnych pól podstawowych. W tym celu wykorzystano odpowiednie wzory (tab. 1 i 2) i dane opadowe odczytane z mapy (ryc. 7). Układ pól podstawowych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej (ryc. 8). Dla wartości umieszczonych w środkach geometrycznych pól — zgodnie z wcześniej opisaną procedurą — dokonano interpolacji matematycznej. Elementy hydrologiczne przedstawiono w formie map izarytmicznych (ryc. 9—18). Mapy te są statystyczną



Ryc. 15. Odplyw podziemny podstawowy obliczony jak funkcja opadów (Hgp w $l/s \text{ km}^2$)

Basic ground runoff (Hgp in $l/s \text{ km}^2$)

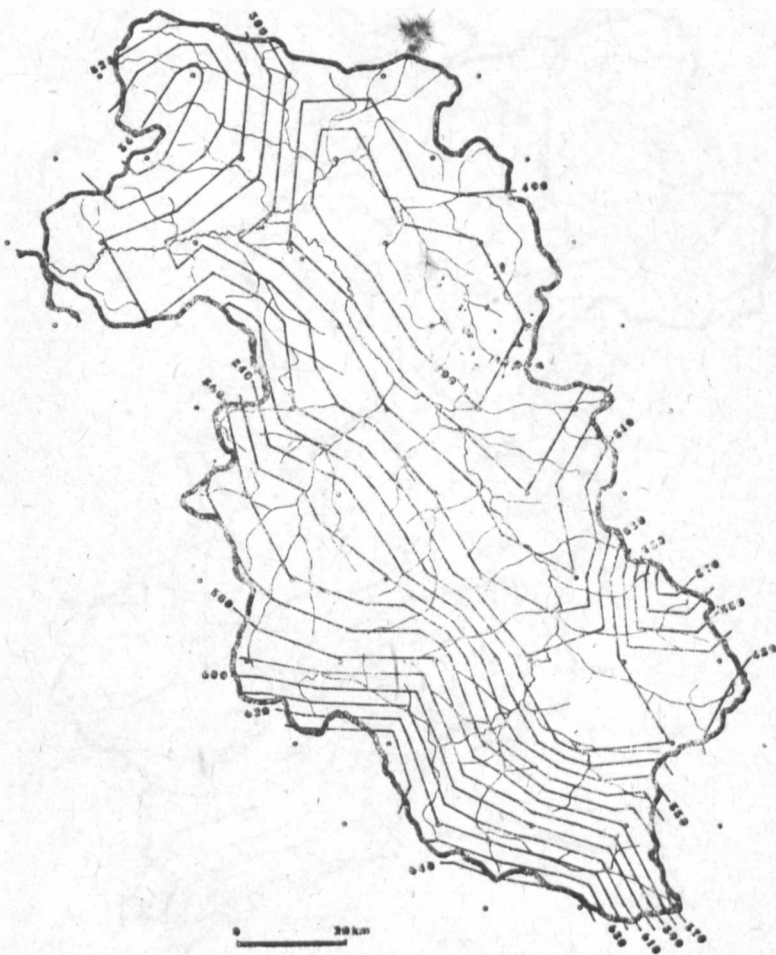
i graficzną transformacją mapy izohiet rocznych. Nie wymagają szczegółowych opisów i wyjaśnień. Powtarza się charakterystyczny układ geograficznych wartości, wskazujący na uprzywilejowanie zachodnich i południowych części dorzecza Wieprza, zwłaszcza zaś Wzniesień Urzędowskich i Roztocza. Ze względów praktycznych interesujące są mapy odpływu gruntowego i odpływu gruntowego podstawowego (ryc. 15 i 16). Ilustrują bowiem strefowy rozkład średnich odpływów niżówkowych i dynamicznych zasobów wodnych zlewni. Pewnego komentarza wymagają mapy o różnym prawdopodobieństwie występowania (ryc. 18). Podobnie jak pozostałe kartogramy mają one charakter głównie ilustra-



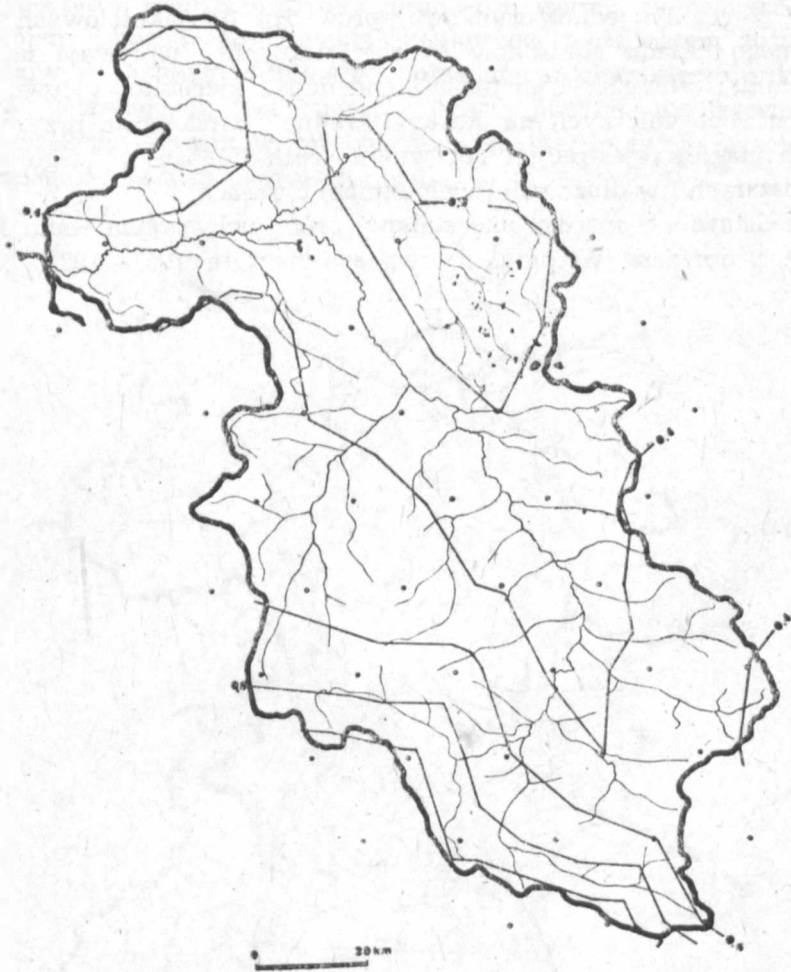
Ryc. 16. Odpływ podziemny obliczony jako funkcja opadów (H_g w mm)
Ground runoff (H_g w mm)

cyjny. Stanowią abstrakcję geograficzną, powstałą w sposób umowny w oparciu o dane o niepewnej wartości. W związku z tym nie mogą być dostatecznie dokładnym odwzorowaniem rzeczywistości. Są modelami graficznymi informującymi jedynie o stopniu zmienności odpływów skrajnych w skali regionalnej. Obraz natężenia i rytmu zmian w przestrzeni oddają przebiegi i zagęszczenia izarytm.

Wszystkie przedstawione w opracowaniu mapy są zapisem kartograficznym określonego stanu hydrologicznego dorzecza Wieprza. Ze względu na skalę opracowania nie mogą stanowić podstawy szczegółowych ekspertyz hydrologicznych i gospodarczych.



Ryc. 17. Uwilgotnienie obszaru ($U = P - H_0 = H_g + \Sigma$ w mm)
Wetness of the area (U in mm)



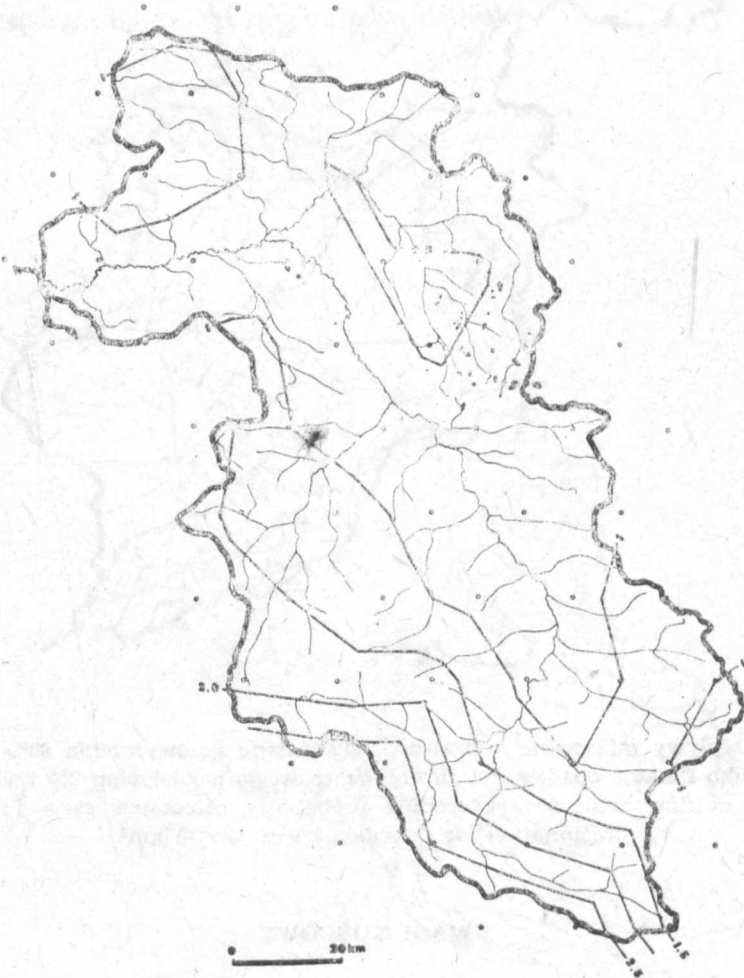
Ryc. 18. Odpływy minimalne o prawdopodobieństwie przewyższenia 90% obliczone jako funkcja opadów dla zlewni wzorcowej o powierzchni 250 km²
Minimum outflow with 90% exceeding probability calculated as a function of precipitation for reception basin A=250 km²

UWAGI KOŃCOWE

Podstawową i naturalną cechą obiegu wody, niezależnie od rozważanej skali czasowej czy przestrzennej, jest zmienność. Na ogół ma ona charakter oscylacyjny, wynikający z okresowych zmian klimatycznych. Wahania cykliczne, które zachodzą wokół ustalonego stanu średniego, coraz częściej zakłócają się przez czynniki antropogeniczne. Czynniki te

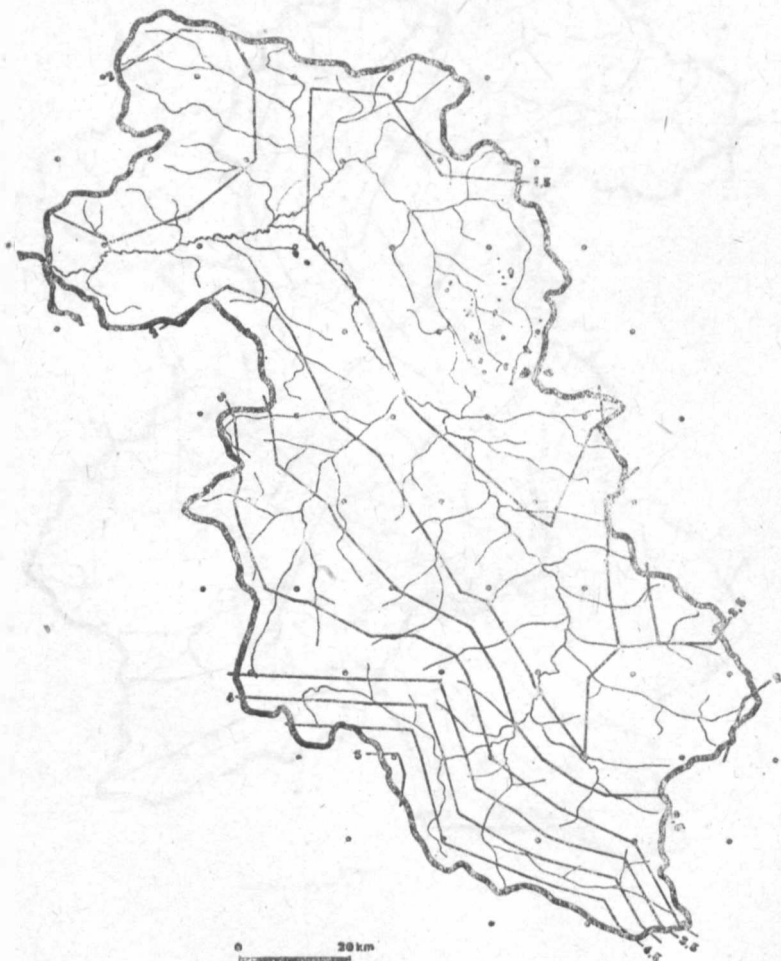
działają z reguły jednokierunkowo, prowadzą do jakościowych zmian naturalnego układu stosunków hydrograficznych i wpływają na położenie stanu średniego. Ujawnienie tendencji i kierunku wpływu czynników antropogenicznych na stosunki wodne i środowisko przyrodnicze wymaga ciągłej rejestracji i porównania cech bilansu wodnego w różnych obszarach i w dłuższych (wieloletnich) okresach.

Przedstawione opracowanie stanowi próbę uchwycenia stanu hydrologicznego dorzecza Wieprza, datowanego na lata 1951—1975. Badany

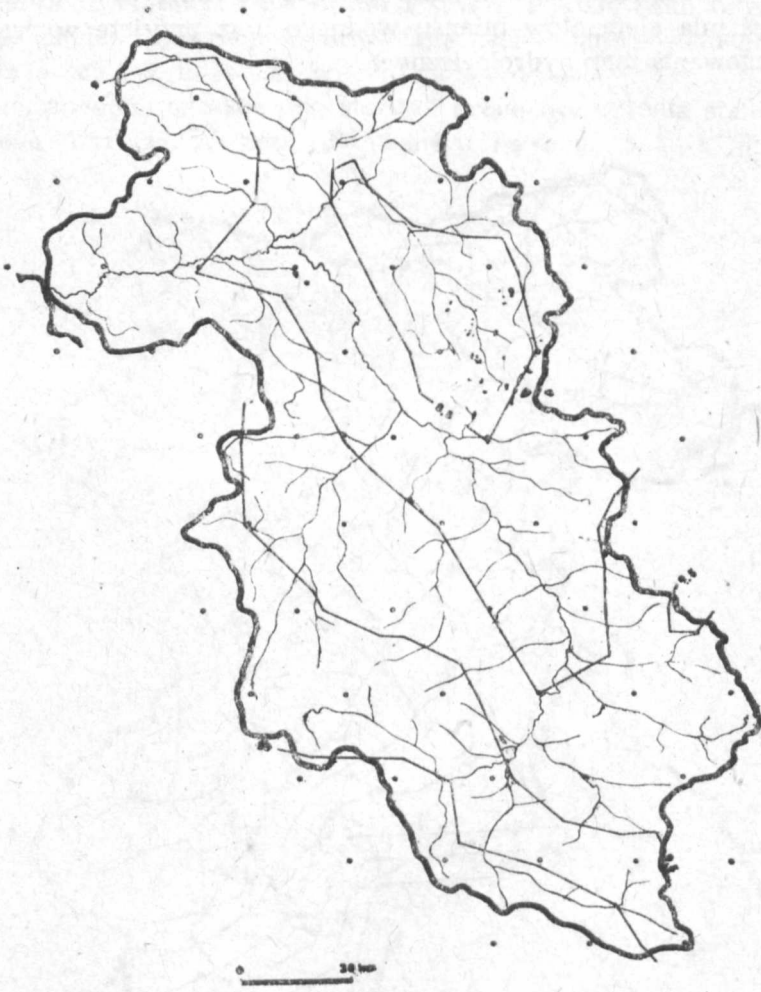


Ryc. 19. Odpływy minimalne o prawdopodobieństwie przewyższenia 50% obliczone jako funkcja opadów dla zlewni wzorcowej o $A = 250 \text{ km}^2$
 Minimum outflow with 50% exceeding probability calculated as a function of precipitation for reception basin, $A = 250 \text{ km}^2$

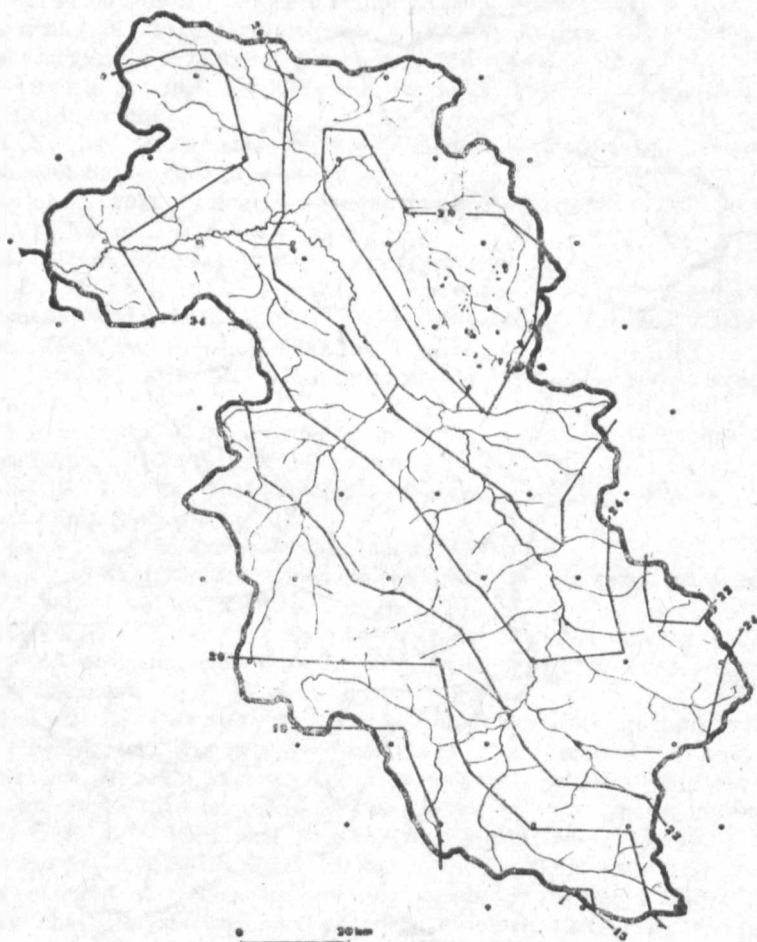
okres poprzedza realizację planów gospodarki wodnej związanych z uruchomieniem Lubelskiego Zagłębia Węglowego, może zatem zostać wykorzystany do analizy późniejszych przemian o charakterze antropogenicznym. Rozwiązanie tego zadania ułatwić powinna zastosowana metoda określenia elementów bilansu wodnego oraz przyjęte w pracy zasady redagowania map hydrologicznych.



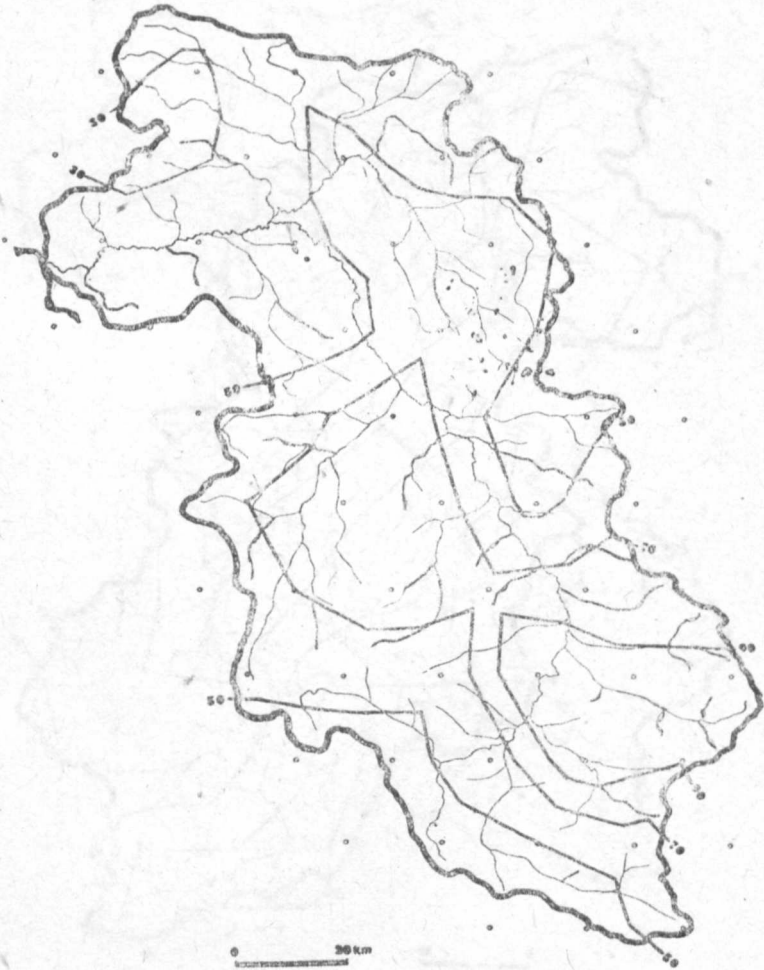
Ryc. 20. Odpiwy minimalne o prawdopodobieństwie przewyższenia 10% obliczone jako funkcja opadów dla zlewni wzorcowej o $A = 250 \text{ km}^2$
Minimum outflow with 10% exceeding probability calculated as a function of precipitation for reception basin, $A = 250 \text{ km}^2$



Ryc. 21. Odpiwy maksymalne o $p = 90\%$ obliczone jako funkcja opadów dla zlewni wzorcowej o $A = 250 \text{ km}^2$
Maximum outflow with $p = 90\%$ calculated as a function of precipitation for reception basin, $A = 250 \text{ km}^2$



Ryc. 22. Odplywy maksymalne o $p=50\%$ obliczone jako funkcja opadów dla zlewni wzorcowej o $A=250 \text{ km}^2$
Maximum outflow with $p=50\%$ calculated as a function of precipitation for reception basin, $A=250 \text{ km}^2$



Ryc. 23. Odplywy maksymalne o $p=10\%$ obliczone jako funkcja opadów, osobno dla obszarów wyżynnych i nizinnych, dla zlewni wzorcowej o $A=250 \text{ km}^2$.
Maximum outflow with $p=10\%$ calculated as a function of precipitation, separately for upland and lowland areas for reception basin, $A=250 \text{ km}^2$

LITERATURA

- Barwińska L. 1965, Kartogram a mapa zaludnienia. *Annales UMCS*, sec. B, vol. XVIII, Lublin.
- Byczkowski A. 1970, Metoda określania współczynników odpływu i retencji przy zastosowaniu mapy powierzchni ekwiwalentnych (na przykładzie dorzecza Narwi po Pultusk). *Prace i Studia KGWiS*, Warszawa.
- Byczkowski A. 1972, Hydrologiczne podstawy projektowania budowli wodno-melioracyjnych. *Przebiegi ekstremalne*. Warszawa.
- Chałubińska A. 1954, Gęstość sieci wodnej w Polsce. *Annales UMCS*, sec. B, vol. IX, 2, Lublin.
- Dębski K. 1954, Prawdopodobieństwo zjawisk hydrologicznych i meteorologicznych. *Metoda decylów*. Warszawa.
- Dynowska I. 1973, Problematyka opracowań map odpływu. *Folia Geographica*, vol. VII, Kraków.
- Hydrological Maps. *Studies and Reports in Hydrology*, 20.
- Janiec B., Michalczyk Z., Wojciechowski K. 1984, Stan i zagrożenie stosunków wodnych Centralnego Rejonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego, *Annales UMCS*, sec. B, vol. XXXIX, 10, Lublin.
- Kaczmarek Z. 1970, Metody statystyczne w hydrologii i meteorologii. Warszawa.
- Kiciński T. 1970, Odpływ wód gruntowych ze zlewni Wisły po Zawichost. *Prace i Studia KGWiS*, t. X, Warszawa.
- Lwowicz M. I. 1963, Osnovy metoda izuczenija wodnogo balansa i jego priobrazowanij. Moskwa.
- Lwowicz M. I. 1979, Zasoby wodne świata. Warszawa.
- Michalczyk Z. 1982, Zróżnicowanie odpływu w dorzeczu Wieprza. *Annales UMCS* sec. B, vol. XXXVII, 9, Lublin.
- Michalczyk Z., Łoś M., Sawicka-Ner Z. 1984, Zasięg oddziaływania ujęć wód podziemnych miasta Lublina. *Prace Hydrogeologiczne IG*, ser. spec., z. 16, Warszawa.
- Michalczyk Z., Paszczyk J. 1983, Charakterystyka średnich miesięcznych przepływów rzeki Wieprz. *Czas. Geogr.*, LIV, z. 2, Wrocław.
- Mościbroda J. 1976, Teoretyczne i metodyczne problemy opracowania map izarytmicznych (izopletowych). *Praca doktorska, maszynopis*, Lublin.
- Paszczyk J. 1975, Rola wód podziemnych w odpływie rzeczonym i w bilansie wodnym Polski. *UMCS*, Wydz. Biologii i Nauk o Ziemi, Lublin.
- Podstawy obliczeń statystycznych na maszynach cyfrowych. Kraków 1978.
- Przebiegi charakterystyczne rzek polskich w latach 1951—1960. Warszawa 1967.
- Przebiegi charakterystyczne rzek polskich w latach 1961—1965. Warszawa 1976.
- Przebiegi charakterystyczne rzek polskich w latach 1966—1970. Warszawa 1980.
- Uhorczak F. 1930, Metoda izarytmiczna w mapach statystycznych Polski. *Polski Przegląd Kartograficzny*, vol. VIII, z. 29/30, Lwów.
- Wilgat T. 1963, Budowa geologiczna, rzeźba i wody Polesia Lubelskiego. *Polesie Lubelskie*, Lublin.
- Wilgat T. 1974, Zmiany środowiska geograficznego w województwie lubelskim. *Przewodnik XII Ogólnopolskiego Zjazdu PTG*, Lublin.
- Wilgat T. 1980, Możliwości zmian stosunków wodnych pod wpływem robót górniczych w Centralnym Rejonie Węglowym Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *LXXXVIII Sesja Naukowa IG*, Warszawa.

Wilgat T. 1983, Stan i zagrożenie środowiska geograficznego Lubelszczyzny. Biul. LTN, sec. Geogr., vol. 24, nr 1/2, Lublin.

Wilgat T., Zmienność odpływu rocznego w dorzeczu Wieprza. Annales UMCS (w druku).

РЕЗЮМЕ

Предлагаемая работа является попыткой характеристики гидрологического состояния бассейна реки Вепш, датированного годами 1951—1975.

В работе использованы доступные гидро- и pluвиометрические данные института Метеорологии и Водного Хозяйства в Варшаве. Составлена карта годовых изогий осадков. При помощи упрощенной формулы модели генетической структуры стока (формула 1) определены выбранные составные водного баланса по уравнению Львовича. Методом многомерной статистики определены эмпирические уравнения (табл. 1 и 2), позволяющие подсчитать и экстраполировать основные гидрологические данные для неконтролируемых бассейнов. Большинство элементов и показателей водного баланса, как функцию осадков и поверхности бассейна, представлено на картах (рис. 9—17). В картографической форме представлено также дифференциацию крайних стоков (максимальных и минимальных) с вероятностью появления $p = 10, 50, 90\%$ (рис. 18).

Методическую конструкцию работы — способ разделения генетических составных стока и принятые редакционные принципы гидрологических карт — приспособлено к нуждам сопоставлений актуального гидрологического состояния бассейна Вепша с обстановкой определенной после реализации планов водного хозяйства, связанных с осуществлением развития Люблинского угольного бассейна.

SUMMARY

This paper forms an approach to the characteristics of a hydrologic balance of the Wieprz drainage basin for 1951—1975.

Accessible hydro- and pluviometric data of the Institute of Meteorology and Water Administration are used. The isohyet map of yearly precipitation is prepared. Some components of the water balance are defined according to the Lwo-wicz's formula, with a use of a simplified model of a runoff genetic structure (formula 1). A multidimensional statistics enabled to find the experimental formulae (Tables 1 and 2) that made possible calculations and an extrapolation of basic hydrologic data for the non-controlled catchments. Most elements and indices of the water balance are presented at maps as the function of precipitation and catchment area (Fig. 9—17). A differentiation of extremal (maximum and minimum) runoff is also expressed cartographically, with a probability of occurrence $p = 10, 50, 90\%$ (Fig. 18).

A methodical construction of the study i.e. the way of distribution of genetic runoff components and the accepted editorial principles for hydrologic maps, is adapted to needs of a comparison of the present hydrologic balance of the Wieprz drainage basin with the situation after realization of the water administration projects, connected with the establishment of the Lublin Coal Basin.