

ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA  
LUBLIN — POLONIA

VOL. XVIII, 11

SECTIO B

1963

---

Z Katedry Hydrografii Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS  
Kierownik: doc. dr Tadeusz Wilgat

Elżbieta REDEROWA

**Źródła Bystrzycy Lubelskiej**

**Источники Люблинской Бытжицы**

**The Sources of the River Bystrzyca in the Lublin Province**

BADANIA ŹRÓDEŁ W POLSCE

W polskiej literaturze geograficznej niewiele mamy prac poświęconych źródłom. Istniejące publikacje dotyczą przede wszystkim chemizmu, temperatury i wydajności źródeł. Autorzy tych prac zwykle ograniczali swe badania do jednorazowych pomiarów, albo do pomiarów w ciągu krótkiego okresu.

Pierwsze badania poświęcono źródłom tatrzańskim. Już pod koniec ubiegłego wieku L. Świerż ogłosił na ten temat 3 artykuły (16, 17, 18). Z tego okresu pochodzi też krótki artykuł S. Dobrzyńskiego omawiający sposób powstawania źródeł wód żelazistych w okolicach Lublina (3). Temperaturę górskich źródeł i potoków badał E. Romer (13). L. Kowalski dość szczegółowo opisał położenie i cechy podreglowych źródeł północnej strony Tatr (7). J. Gołąb badał termikę i wydajność źródeł w okolicy Krzeszowic (5). Badania te przeprowadzał od 21 III do 30 VI 1942 r. H. Maruszczak i B. Szalkiewiczówna mierzyli temperaturę źródła na Sławinku pod Lublinem w okresie od 31 XII 1946 r. do 29 IX 1947 r. (8). J. Kobendzina opisała erozyjną działalność źródeł Łyny (6). M. Drzał i Fabjanowski dali charakterystykę tzw. niebieskich źródeł nad Pilicą (4). E. Trembaczewski badał promieniotwórczość niektórych źródeł na Lubelszczyźnie (19, 20). Z. Ziemińska wykazała związek między temperaturą źródeł morenowych na północnych stokach Tatr Zachodnich i wysokością ich występowania (23). W ostatnich latach obserwacje

źródeł na szeroką skalę podjął PIHM. O pracach tych poinformowała H. Czarnicka w artykule z 1960 r. (2). Przedstawiła tam również mapkę rozmieszczenia i wydajności źródeł na terenie Polski. Do wykonania mapy wykorzystane zostały, oprócz materiałów PIHM, również materiały zgromadzone przez uniwersyteckie ośrodki geograficzne podczas kartowania mapy hydrograficznej. Ta sama autorka podała w drugim komunikacie (1) krótkie uwagi o źródłach występujących na terenie Warszawy.

#### OPIS TERENU

Źródła Bystrzycy położone są na pograniczu Wyżyny Lubelskiej i Rostocza, we wsi Sulów. Powyżej źródeł dolina Bystrzycy ciągnie się jeszcze 9 km do wsi Błazek położonej na działle wodnym z Sanną. W czasie roztopów i wielkich deszczów początek rzeki cofa się do tej wsi. Zjawisko to występuje dość często tak, że górna część doliny ma dobrze wykształcone koryto. Niegdyś, początkowe źródła rzeki znajdowały się dalej na południe. Starsi mieszkańcy wsi wiedzą o tym od swoich rodziców. Za ich pamięci woda już nie płynęła, istniały tylko resztki nisz źródłiskowych. Znajdowały się one kilkaset metrów powyżej dzisiejszych źródeł. Niektórzy ludzie mówią także o istnieniu innych źródeł, położonych jeszcze dalej na południe. Źródła te istniały około roku 1830, bo na Topograficznej Karcie Królestwa Polskiego początek Bystrzycy oznaczony jest 2 km powyżej obecnego. Karte des Westlichen Russlands opracowana na podstawie mapy: Nowaja Topograficzeskaja Karta Zapadnoj Rossii z 1895 r. znaczy źródła podobnie, chociaż należy przypuszczać, że w tym czasie źródła te już nie funkcjonowały. W taki sam sposób początek rzeki narysowany jest na mapach 1 : 100 000 z roku 1938 oraz z roku 1955.

Powierzchnia dorzecza Bystrzycy powyżej źródeł wynosi 58 km<sup>2</sup>. Wschodnia część tego obszaru odwadniana jest doliną uchodzącą poniżej źródeł. Obszar powierzchniowej zlewni w profilu źródeł wynosi 35 km<sup>2</sup>, w tym po lewej stronie doliny 25 km<sup>2</sup>, a po stronie prawej 10 km<sup>2</sup>.

Dorzecze górnej Bystrzycy jest terenem silnie urzeźbionym (ryc. 1). Powierzchnia wierzchwinowa pocięta jest licznymi dolinami. Ma ona postać lekko falistej równiny wznoszącej się ogólnie w kierunku SE z kulminacjami występującymi po wschodniej stronie doliny oraz na wschodnim i południowym działle wodnym. Skrajne wysokości na omawianym obszarze wynoszą 229 m w dnie doliny w pobliżu źródeł oraz 309,6 m na kulminacji działu wodnego w SE części zlewni.



Ryc. 1. Rzeźba zlewni górnej Bystrzycy. 1— poziomice co 5 m. 2 — źródła  
 Relief of the upper section of the Bystrzyca river-basin. 1— height contour.  
 Contour interval is 5 metres, 2 — sources

Większe różnice wysokości, a więc i większe nachylenia powierzchni wierzcholinowych występują po prawej, wschodniej stronie doliny. Powszechna jest asymetria dolin (9). Z reguły zbocza: wschodnie i północne są wyższe i bardziej strome niż lewe.

Dolina Bystrzycy powyżej źródeł ma bieg kręty o kierunku zasadniczym NNW—SSE. Stanowi formę erozyjno-denunacyjną o wyraźnie zaznaczonej asymetrii. Jej lewe, zachodnie zbocze, niższe i o mniejszym nachyleniu, rozcinają płaskie niecki denudacyjne. Zbocze prawe jest wyższe i bardziej strome, a na małych odcinkach w Kaczyńcu i Blińowie tworzy nawet pionowe ściany.

W terenie o tak urzeźbionej powierzchni dużą rolę odgrywa spływ powierzchniowy. Tym bardziej, że szata roślinna nie stanowi prawie

żadnej przeszkody. Lasy tworzą tylko niewielkie płyty, zgrupowane w pobliżu działów wodnych. Większe z nich znajdują się koło wsi Studzianki, Aleksandrówka i Moczydła. Powierzchnie wierzchowinowe i łagodniejsze zbocza zajęte są głównie pod uprawę zbóż i roślin okopowych. Strome zbocza są niezagospodarowane, porośnięte trawą, a miejscami krzewami. Na płaskim dnie doliny Eystrzycy i w większych bocznych dolinach znajdują się łąki.

#### OPIS ŹRÓDEŁ

Źródła położone są w dnie doliny pod jej prawym zboczem. Szerokość doliny wynosi tu 125 m. Źródła występują na wysokości 229 m n.p.m. Zbocze, spod którego wypływają, ma ekspozycję zachodnią. Jest ono w tym miejscu wysunięte w dolinę i stanowi jakby występ w stosunku do całej linii zbocza. Wysokość jego dochodzi do 15 m, nachylenie wynosi  $40^\circ$ . Zbudowane jest z twardej, silnie spękanej opoki kredowej. Na całym zboczu opoka tworzy zwietrzały rumosz skalny. Na wierzchowinie ponad zboczem zalega warstwa lessu. Na dole zbocze jest bardziej strome, ponieważ materiał znajdujący się na powierzchni ulega ciągłemu obsuwaniu. W miejscach obsunięć brak roślinności, pozostałą powierzchnię zbocza porastają krzewy i uboga trawa.

Woda wypływa spod skalnego zbocza czternastoma szczelinami. Odległość między szczelinami skrajnie położonymi wynosi 27 m. Woda



Ryc. 2. Źródła w Sulowie. Widok od południa  
Sources in Sulów seen from the south

wpada bezpośrednio do zbiornika przylegającego do zbocza i wciętego w dno doliny na głębokość 1 m (ryc. 2). Zbiornik odgradzony jest nasypem od koryta rzeki, biegnącego wzdłuż doliny. Woda odpływa do koryta sztucznym przekopem. Powyżej odpływu koryto Bystrzycy przez większą część roku jest suche.

Dla orientacji poszczególne wypływy oznaczono kolejnymi numerami, zaczynając od południa w kierunku północnym. Wydajność poszczególnych źródeł nie jest jednakowa. Ogólnie można je podzielić na dwie grupy. Źródła południowe od 1 do 8 mają większą wydajność, źródła północne od 9 do 14 mają wydajność mniejszą. Najbardziej wydajne są źródła nr 7, 8 i 1. Źródło nr 14 kilkakrotnie ulegało zamuleniu i nikło. Obok źródeł szczelinowych, w dnie zbiornika występują źródła pulsujące. Jest ich bardzo dużo i mają różną siłę wytrysku. Dno zbiornika wypełnione jest mułem i częściowo zasłane rumoszem wapiennym, obsuwającym się ze zbocza. W czasie silnych roztopów woda płynie całą szerokością doliny i przelewa się przez nasyp do zbiornika. A ponieważ niesie dużo zawiesin, na co wpływa pokrywa lessowa w górnej części dorzecza, zbiornik ulega zamuleniu. Gdy wody powodziowe opadają, materiał ten jest wynoszony przez wody źródlane. Proces akumulacji jest jednak większy od procesu wynoszenia, to też zbiornik ulega stopniowemu, chociaż powolnemu, spłycaaniu. Dawniej źródła oczyszczano wynosząc muł ze zbiornika. Nie robi się tego od kilkunastu



Ryc. 3. Źródła w Sulowie. Widok od północy. Na prawo mostek, pod którym mierzono przepływy

Sources in Sulów seen from the north.

Fot. E. Rederowa

lat. Podobno ilość wypływającej wody jest znacznie mniejsza niż dawniej.

Źródła są użytkowane przez miejscową ludność. Woda pobierana jest do wielu gospodarstw. Zbiornik stanowi miejsce prania i wodopoju (ryc. 3).

#### POMIARY ŹRÓDEŁ

Pierwszą charakterystykę źródeł sulowskich dał H. Sierosławski w swojej pracy magisterskiej (14). Sierosławski mierzył wydajność i temperaturę źródeł co 10 dni od 14 III 1954 do 8 I 1955 r. Ponieważ w następnym roku robiłam zdjęcie hydrograficzne dorzecza Bystrzycy, podjęłam na nowo pomiary źródeł robione przez Sierosławskiego. Wykonywałam je w okresie od 7 V 1955 r. do 30 VI 1956 r., a ich interpretacja została umieszczona w pracy magisterskiej pt. „Stosunki hydrograficzne w dorzeczu Bystrzycy Południowej” (12). Pomiary wykonywane były tymi samymi metodami, ale co 14 dni. Jak wykazały próby poczynione w Zakładzie Hydrografii UMCS odstępów takie nie fałszują charakteru rocznych zmian zwierciadła wody, jedynie upraszczają zjawisko. Można je zatem stosować, jeśli trudności komunikacyjne nie pozwalają na pomiary w odstępach tygodniowych.

W II okresie obserwacje nie były ciągłe. W związku z budową nowego mostu nad przepływem zatamowano odpływ wody ze zbiornika. W tym czasie pomiar wydajności był niemożliwy. To też brak jest danych z dwóch terminów, co stwarza lukę na wykresie od 23 X do 3 XII 1955 r.

Dla wyjaśnienia zależności rocznego rytmu źródeł od opadów Sierosławski posłużył się danymi ze stacji opadowych w Kraśniku i Polichnie. Wydajność źródeł porównał z dekadowymi sumami opadów, wyliczonymi jako średnie arytmetyczne z tych stacji. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że obie stacje znajdują się poza dorzeczem, sumy roczne opadów różnią się w nich znacznie (nawet ponad 100 mm), a w rocznym przebiegu zachodzą istotne niezgodności. Dlatego dla analizy wzięłam dane ze stacji w Zakrzówku, założonej w tym czasie, gdy Sierosławski zaczynał swoje pomiary. Stacja ta oddalona jest od źródeł o 4 km. Jednakże w r. 1956 została założona w Sulowie stacja opadowa Zakładu Klimatologii UMCS. Stacja ta znajdowała się w dolinie rzeki, około 1 km na N od źródeł. Skłoniło to do wznowienia obserwacji nad wydajnością źródeł. Trzeci okres pomiarów obejmuje 2 lata od 23 I 1957 r. do 21 I 1959 r. Dzielę go na okres IIIa — 1957 r. i okres IIIb — 1958 r. W okresie tym nie mierzono już temperatury wody w źródłach, ponieważ wyniki pomiarów z dwóch poprzednich okresów wykazały, że woda ma prawie stałą temperaturę. Dane ze

stacji opadowej z Sulowa porównano z opadami z Zakrzówka. Okazało się, że wielkość i czas występowania opadów jest bardzo podobny (wykres III). Zatem nie popełnia się dużego błędu porównując wydajność źródeł sulowskich z opadami z Zakrzówka w dwóch pierwszych okresach obserwacyjnych.

Charakterystykę źródeł starano się opracować w powiązaniu z wodami podziemnymi. W tym celu wykorzystano materiały zebrane w czasie zdjęcia hydrograficznego dorzecza. W II okresie mierzono w odstępach 14-dniowych temperaturę wody w trzech studniach znajdujących się w pobliżu źródeł. W III okresie mierzono położenie zwierciadła wody w tych studniach. Wybrano studnie o różnym położeniu morfologicznym. Studnia nr 1 położona jest nad krawędzią zbocza, 15 m ponad źródłami. Studnie nr 2 i 3 znajdują się w odległości około 0,5 km na południe od źródeł: studnia nr 2 na prawym zboczu doliny (5,2 m ponad jej dnem), a studnia nr 3 w dnie doliny po lewej stronie suchego koryta.

#### TERMIKA ŹRÓDEŁ

Aby poznać termikę źródeł Sierosławski w I okresie obserwacyjnym mierzył temperaturę wody we wszystkich szczelinach. Badania te kontynuowano w II okresie. W tym czasie, poza temperaturą źródeł, mierzono jeszcze temperaturę wody w trzech studniach. Przy mierzeniu temperatury źródeł w obydwóch okresach posługiwano się termometrem rtęciowym ze skalą od  $+7$  do  $+40^{\circ}\text{C}$ , z dokładnością do  $0,1^{\circ}$ . Ponieważ w studniach występowały temperatury niższe od  $7^{\circ}$ , a nie dysponowano innym, dokładnym termometrem, do mierzenia temperatury w studniach użyto termometru kąpielowego ze skalą od  $-15$  do  $+100^{\circ}\text{C}$ , wycechowanego z dokładnością do  $1^{\circ}$ . Temperaturę odczytywano w przybliżeniu do  $0,1^{\circ}$ .

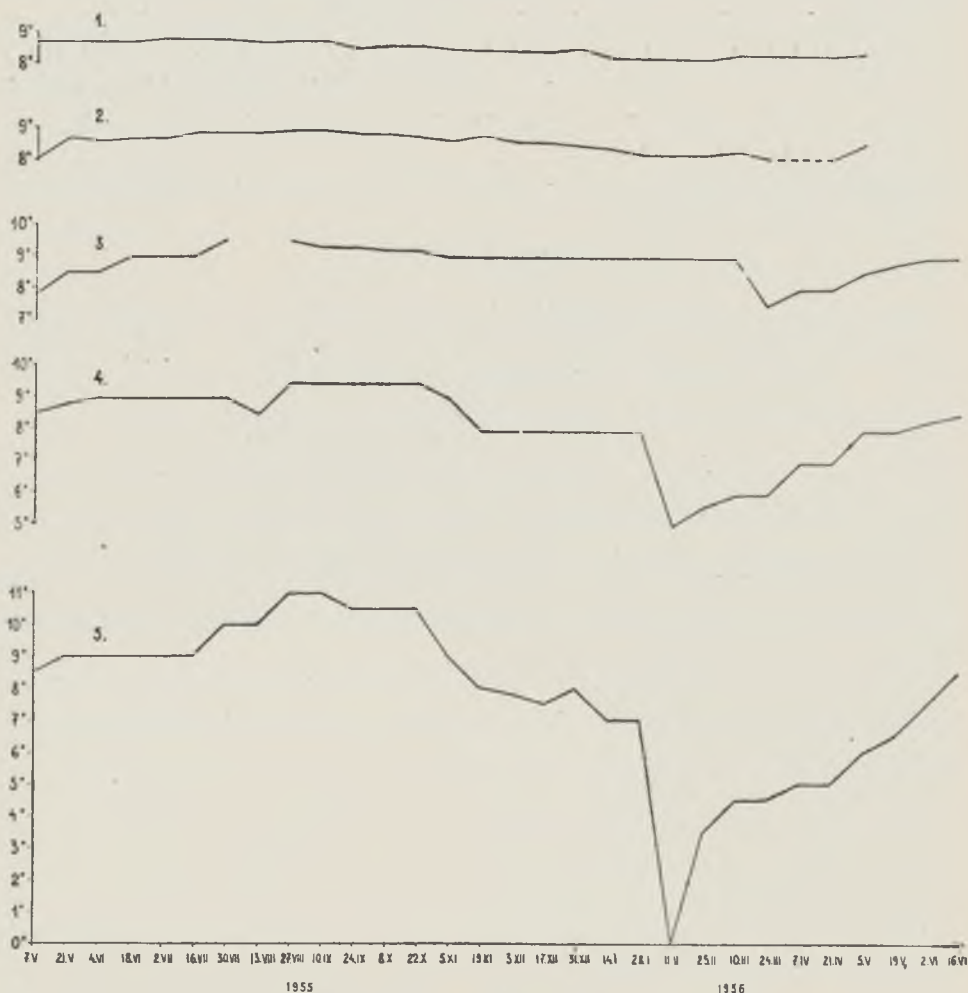
Temperatura źródeł zmieniała się w niewielkim stopniu. Największe zmiany wykazały źródła skrajnie położone. Najniższa i najwyższa temperatura, którą zanotowano, wynosiła:

- w źródle nr 1 —  $8,1^{\circ}$  oraz  $9,3^{\circ}$ ;
- w źródle nr 2 —  $8,2^{\circ}$  oraz  $9,1^{\circ}$ ;
- w źródle nr 13 —  $8,4^{\circ}$  oraz  $9,0^{\circ}$ ;
- w źródle nr 14 —  $8,3^{\circ}$  oraz  $9,3^{\circ}$ .

Najmniejsza różnica wystąpiła w źródle nr 6. Temperatura zmieniała się w nim od  $8,5^{\circ}$  do  $8,8^{\circ}$ .

W źródłach o większej amplitudzie rocznej najniższe temperatury wystąpiły w styczniu i trwały do marca (nr 2, 13, 14), a nawet do kwietnia (nr 1). Natomiast w źródłach o mniejszej amplitudzie (nr 4, 5, 6, 7, 8) minimum przypadało na styczeń i luty. Najwyższe tempera-

tury wystąpiły w lipcu i sierpniu. Przy tym wystąpiły nieznaczne różnice w obu okresach obserwacyjnych. Źródła, które w 1954 r. miały temperaturę  $8,7^{\circ}$ , w r. 1955 miały  $8,8^{\circ}$ . Przyczyną różnic mogła być różna temperatura powietrza (średnie tych miesięcy w 1954 r. wynosiły  $17,4^{\circ}$ , i  $18^{\circ}$ , a w 1955 r.  $19,8^{\circ}$  i  $19,5^{\circ}$  — dane ze stacji meteorologicznej UMCS), a także wpływ ogrzewający deszczów (w lecie 1955 r. wystąpiły znacznie większe opady niż w tych samych miesiącach 1954 r. — patrz wykresy I i II).



Ryc. 4. Temperatura wody. 1 — źródło nr 1, 2 — źródło nr 7, 3 — studnia nr 1, 4 — studnia nr 2, 5 — studnia nr 3  
 Water temperature. 1 — source No. 1, 2 — source No. 7, 3 — well No. 1, 4 — well No. 2, 5 — well No. 3



Temperatura wody w studniach zmieniała się w ciągu roku w znacznie większym stopniu niż w źródłach (ryc. 4). Przy czym najmniejszą amplitudę miała studnia najgłębsza, a największą naj płytsza.

Studnia nr 1 maksymalne temperatury ( $9,5^{\circ}$ ) miała w lipcu i sierpniu, minimum ( $7,5^{\circ}$ ) w marcu. Studnia nr 2 maksimum ( $9,5^{\circ}$ ) osiągnęła w sierpniu i temperaturę tę utrzymywała do października. Minimum w tej studni wystąpiło w lutym i wynosiło  $5^{\circ}$ . Temperatura studni nr 3 zmieniała się od  $11^{\circ}$  w sierpniu i wrześniu do  $0^{\circ}$  w lutym.

Na ogół temperatury maksymalne w źródłach i studniach wystąpiły w tym samym czasie, natomiast obniżenie temperatury do wartości minimalnych w źródłach wyprzedza minima w studniach. Różna podziałka termometrów uniemożliwia dokładne porównanie temperatur, ponieważ roczna amplituda źródeł mieści się w granicach błędów odczytów robionych na termometrze używanym do pomiarów w studniach.

#### WYDAJNOŚĆ ŹRÓDEŁ

##### Metoda pomiaru

Mierzono łączną wydajność wszystkich źródeł w przekopie odprowadzającym wodę do koryta rzeki. Pomiar wykonywano metodą przepływu pływakowego, ponieważ przepływ młynkiem nie mógł być robiony w czasie niskich wodostanów. Ponieważ nad przekopem znajdował się niski mostek, pod który nie można było wejść, przekrój koryta mierzono na początku przekopu. Koryto przekopu miało proste ściany i jednakowy kształt na całej długości. Dno koryta, najgłębsze w części środkowej, spłycało się przy brzegach. W wyznaczonym przekroju sondowano koryto w odstępach 5 cm. Powierzchnię przekroju obliczano mnożąc średnią głębokość przez szerokość koryta.

Prędkość przepływu mierzono pływakiem drewnianym. Dodatkowy przekrój znajdował się na drugim końcu przekopu. Odległość między przekrojami podzielona przez czas przepływu pływaka dawała prędkość płynięcia wody. Czas mierzono stoperem. Pomiar powtarzany był trzykrotnie. Przyjmowano wartość średnią. Objętość przepływu obliczano mnożąc powierzchnię przekroju przez szybkość wody. Otrzymany wynik mnożono przez współczynnik redukcyjny.

Sierosławski obliczając przepływ w I okresie stosował ogólnie przyjęty dla rzek wyżynnych współczynnik 0,85. Pomiar wykonywane przez Katedrę Hydrografii UMCS na rzekach Wyżyny Lubelskiej wykazywały, że współczynnik ten jest za duży. Dla źródeł sulowskich przyjęto wartość wyliczoną z pomiarów wykonanych młynkiem hydrometrycznym.

Pomiar młynkiem wykonano dwukrotnie (9 IX 1957 r. i 5 III 1958 r.) jednocześnie z pomiarem pływakowym. Przepływ obliczono trzema metodami: rachunkową, Harlachera<sup>1</sup> i skróconą metodą stosowaną w PIHM (15). Z otrzymanych wyników obliczono średnie, które następnie zostały podzielone przez wartość przepływów pływakowych. Poniższa tabela zawiera wartości w l/sek.:

Data	Przepływ młynkowy				Przepływ pływakowy	śr. mł.: pływak.
	rachunk.	Harlachera	PIHM	średnia z trzech		
9 IX 1957	30,373	36,3	33,6	33,4	57,123	0,595
5 III 1958	47,6	55,6	50,5	51,2	75,111	0,682

Jako współczynnik redukcyjny przyjęto średnią z obu uzyskanych wartości — 0,63.

Aby można było porównywać wszystkie wyniki, przeliczono według nowego współczynnika pomiary wykonane przez Sierosławskiego w I okresie.

Do zbiornika bezpośrednio dostaje się woda z opadów i z topniejącego śniegu, co oczywiście podwyższa przepływ za każdym razem w inny sposób. Sądzić można, że spływ powierzchniowy z deszczów nie zniekształca w sposób wyraźny uzyskanych wartości przepływu. Zlewnia powierzchniowa zbiornika źródlanego nie jest bowiem rozległa, a spływ powierzchniowy odbywa się szybko i odpływ ze zbiornika jest łatwy. Większy wpływ na wynik mogą mieć topniejące śniegi, gdyż w pewnych okresach do zbiornika wlewa się część wód spływających z górnej części doliny. O zjawisku tym trzeba pamiętać przy interpretacji wyników.

Obliczone wartości przepływu zilustrowano wykresem nr I, II i III. Wydajność źródeł zmienia się w ciągu jednego roku i z roku na rok. Najmniejsza wartość, jaką zanotowano w czasie pomiarów, wynosiła 19,8 l/sek., a największa 59,8 l/sek.<sup>2</sup> Średnie wartości w poszczególnych okresach — wyliczone jako średnie arytmetyczne — były następujące:

okres I	24 III 1954 — 8 I 1955	30,0 l/sek.
okres II	7 V 1955 — 5 V 1956	29,6 l/sek.
okres IIIa	23 I 1957 — 8 I 1958	36,2 l/sek.
okres IIIb	22 I 1958 — 21 I 1959	46,9 l/sek.

<sup>1</sup> Metody opisane w podręcznikach z zakresu hydrologii.

<sup>2</sup> Wartości podane przez Wilgata (21) obliczone były z innym współczynnikiem.

Wartości maksymalne i minimalne w poszczególnych okresach mają różną wielkość. Różnią się także wartości wyrażające stosunek maksimumów do minimów.

Okres	maks. l/sek.	min. l/sek.	maks.: min.
I	40,9	20,1	2,03
II	49,6	19,8	2,5
IIIa	41,9	23,7	1,8
IIIb	59,8	28,1	2,1

Stosunek największego maksimum do najniższego minimum wynosi 3,02. Według O w c z i n n i k o w a źródła, których współczynnik zmienności tzn. stosunek maks.: min. zawarty jest w granicach od 1:2 do 1:10, należą do źródeł zmiennych (11).

#### WYDAJNOŚĆ ŹRÓDEŁ A OPADY

Okres obserwacji jest zbyt krótki, aby można było szukać relacji między wydajnością źródeł a roczną sumą opadów. Zestawienie średnich wydajności z okresów obserwacyjnych z odpowiednimi opadami wskazuje jednak, że w dwóch ostatnich latach, obejmujących całoroczny cykl obserwacji, wzrostowi opadów odpowiadał proporcjonalny wzrost wydajności.

Okres	P w mm	Q w l/sek.	P:Q
I	475	30,0	15,8
II	548	29,6	18,5
IIIa	460	36,2	12,4
IIIb	585	46,9	12,4

Dla uchwycenia związku, jaki zachodzi między wydajnością źródeł a opadami, zestawiono wydajności mierzone co 2 tygodnie z dwutygodniowymi sumami opadów (wykres II i III). Dla okresu I obliczono sumy dekadowe, ponieważ pomiary wydajności wykonywane były co 10 dni (wykres I).

W I okresie (wykres I), od marca do lipca wystąpiły większe opady, a źródła miały większą wydajność. Od sierpnia do stycznia opady i wydajność były znacznie mniejsze. W ciągu całego okresu wydajność źródeł kilkakrotnie wzrastała i malała. Każdy większy wzrost poprzedzony był opadami, każdy spadek wydajności poprzedzał okres suszy lub małych opadów. Maksimum w maju było poprzedzone dużymi opadami w kwietniu, maksimum w czerwcu — dużymi (największa suma) opadami w maju. Opady z czerwca zasilone opadami z lipca mogły wywołać największe maksimum lipcowe. Zwraca uwagę fakt, że mimo dużych

opadów przy końcu lipca, wydajność źródeł zmalała. Wyraźne podniesienie wydajności w październiku, którego wartość jest zresztą niższa od najmniejszych w pierwszym półroczu, może być następstwem wzrostu we wrześniu. Następne podniesienie wydajności w listopadzie występuje tuż po okresie zwiększonych opadów. Ponowny wzrost wydajności w grudniu był następstwem ponownego wzrostu opadów.

W II okresie (wykres II), podobnie jak w I, każdy wzrost wydajności był poprzedzony okresem o zwiększonych opadach. Zmniejszenie wydajności występowało po okresach suszy lub małych opadów. Pierwsze małe maksimum wydajności miało miejsce w sierpniu. Poprzedzone było bardzo dużymi opadami z lipca, a także z początku sierpnia. Drugie, duże maksimum wystąpiło przy końcu grudnia. Maksimum to było wywołane małymi roztopami, związanymi z podwyższoną temperaturą (własne obserwacje). Największe maksimum wystąpiło w maju i wywołane było opadami wiosennymi, które wystąpiły po okresie roztopów.

W okresie IIIa (r. 1957) wydajność źródeł była stosunkowo mało zróżnicowana. Nie powstało wyraźne maksimum, chociaż największe wartości wystąpiły w marcu, w okresie roztopów wiosennych. Na początku kwietnia wydajność nieco zmalała. Po opadach, które wystąpiły w tym czasie, wzrosła i następnie ponownie uległa niewielkiemu obniżeniu. Następne podniesienie wydajności, które utrzymało się przez kilka tygodni, wywołane było opadami z pierwszej połowy maja. Przy końcu czerwca wystąpiło małe minimum poprzedzone okresem suszy. Częste i duże opady aż do sierpnia wywoływały powolny wzrost wydajności. Od tej pory, do końca roku, wydajność źródeł powoli malała. W ogólnym przebiegu obniżającej się linii na wykresie, wyłom stanowi duże minimum z 4 IX. Ale tu w grę wchodzi ewentualny błąd w pomiarach wykonanych przez inną osobę. Drugie załamanie linii wystąpiło w grudniu. Obrazuje ono wzrost wydajności wywołany kilkudniowymi opadami z listopada.

W okresie IIIb (wykres III) duże minimum w styczniu powstało w czasie mrozów. Maksimum w lutym związane jest już z roztopami. Następnie wydajność zmalała, ale nie doszła do wartości zimowych, tak jak w poprzednich okresach, lecz ponownie podniosła się i utworzyła dwa wyraźne maksima. Tak duża wydajność w okresie wiosennym mogła być efektem dużych i częstych opadów. Wyraźne minimum wydajności wystąpiło w czerwcu. W całym następnym okresie obserwacyjnym wydajność miała duże wartości. Jest to wynik dużych opadów występujących w ciągu całego roku.

Na podstawie powyższych zestawień można stwierdzić, że źródła w małym stopniu reagują na opady letnie, tylko długotrwałe opady

mogą wywołać wyraźny wzrost wydajności. Znacznie większy efekt natomiast wywołują opady w okresie wiosny i jesieni.

Jeśli chodzi o szybkość reagowania źródeł na opady, zestawienie nie daje podstaw do ścisłej odpowiedzi. Należy pamiętać, że porównywano wydajność źródeł z czernastodniowymi sumami opadów. Opady zaś składające się na całą sumę mogły wystąpić na początku lub na końcu owego okresu. Dlatego reakcja źródeł na opady występuje na wykresie niekiedy po dwóch tygodniach, a w innych przypadkach po miesiącu. Aby wyjaśnić problem szybkości reagowania źródeł na opady przeanalizowano wykres dziennych sum opadów w okresie III (wykres I).

Jednorazowe opady, zwłaszcza letnie deszcze nawalne, nie wpływają w wyraźny sposób na podniesienie wydajności źródeł. Dzieje się tak dlatego, że woda z gwałtownych opadów szybko spływa po powierzchni, wysoka temperatura powietrza sprzyja parowaniu, a wysuszona gleba chłonie wodę. Natomiast kilkudniowe opady letnie mogą wzmoczyć wydajność nawet na okres kilku tygodni. Znacznie większa rola w zasilaniu rezerw podziemnych przypada deszczom wiosennym i jesiennym głównie na skutek zmniejszonej ewapotranspiracji. Największy efekt wywołują opady wiosenne występujące po roztopach.

Pomiary wydajności wykonywane rzadko, bo co 2 tygodnie, uniemożliwiają śledzenie wpływu opadów na wydajność źródeł w sposób ciągły. Pozwalają jednak stwierdzić w jakim okresie czasu zaznaczył się wpływ przynajmniej niektórych opadów. I tak np. wzrost wydajności, który zarejestrowano 15 V 1957 r., mógł być wywołany tylko opadami z 6—8 maja, kiedy to w ciągu trzech dni spadło ponad 400 mm deszczu (dane z Sulowa). Poprzedni bowiem okres był dość suchy.

1 V 1957 r.	36,5 1/sek.	
2 V 1957 r.		1 mm
3 V 1957 r.		6 mm
4 V 1957 r.		0,5 mm
5 V 1957 r.		1,5 mm
6 V 1957 r.		8,5 mm
7 V 1957 r.		15,0 mm
8 V 1957 r.		24,0 mm
9 V 1957 r.		2,5 mm
13 V 1957 r.		6,3 mm
15 V 1957 r.	40,2 1/sek.	

Jeszcze wyraźniej zaznaczył się związek wzrostu wydajności mierzonej w dniu 11 XII 1957 r. z opadami z okresu 24—28 XI, gdyż wzrost ten nastąpił po wielotygodniowym okresie stałego spadku wydajności:

13 XI 1957 r.	33,7 l/sek.	
24 XI 1957 r.		9,2 mm
25 XI 1957 r.		11,5 mm
26 XI 1957 r.		3,5 mm
27 XI 1957 r.	31,5 l/sek.	3,0 mm
28 XI 1957 r.		14,2 mm
11 XII 1957 r.	34,5 l/sek.	

Przykłady te wskazują na fakt szybkiego reagowania źródeł na zasilanie. Już w tydzień lub dwa po deszczu wydajność może wzrosnąć. Świadczy to o łatwym przenikaniu wody opadowej do zbiorników podziemnych.

O szybkiej reakcji na zasilanie mówi też obniżanie się wydajności źródeł w okresie mrozów, gdy wstrzymane jest zasilanie wód podziemnych.

#### ZWIĄZEK ŹRÓDEŁ Z WODAMI PODZIEMNYMI

##### Charakterystyka wód podziemnych

W podłożu dorzecza Bystrzycy, tak jak na całej Wyżynie Lubelskiej, występują skały kredowe. Na terenie zlewni znajdują się utwory kampanu. Są to opoki, miejscami bardziej margliste, miejscami krzemieniste, silnie uszczelnione. Kredowa powierzchnia wierzchowin pokryta jest warstwą lessu, który osadził się w plejstocenie. Jej miąższość jest bardzo różna, na ogół wynosi kilka metrów. Z tego okresu pochodzą też piaski, żwirki i mułki częściowo wypełniające doliny i tworzące resztki poziomu terasowego. W dnach dolin występują mady, piaski i mułki holocenijskie.

Badania wód podziemnych przeprowadzono w czasie zdjęcia hydrograficznego dorzecza Bystrzycy. Na obszarze zlewni o powierzchni 148 km<sup>2</sup> zmierzono 269 studni: średnio 1,8 studni na 1 km<sup>2</sup>. Rozmieszczenie ich, związane z osadnictwem, jest bardzo nierównomierne. Największe zagęszczenie występuje wzdłuż dolin; obszary wierzchowinowe mają znacznie mniej punktów pomiarowych, albo są ich pozbawione zupełnie.

Spośród zarejestrowanych studni zaledwie w 53 woda występuje w piasku z tym, że w 48 wodonosiec określono jako rzygawiec; 5 studni sięga do ilów, 1 studnia do gliny. W 31 studniach nie można było ustalić ani warstwy wodonośnej, ani materiału dna. Pozostałe studnie reprezentują typowe dla Wyżyny Lubelskiej wody kredowe opisane przez Wilgata (22).

Na całym obszarze można prześledzić główny poziom użytkowy. Jego wysokość pozostaje w związku z dnem głównej doliny. Zwierciadło swobodne wznosi się od 215 m w dnie doliny do 270 m na dziale wodnym. Wody tego poziomu to wody skalne. Zwykle są one czyste, zawierają dużo  $\text{CaCO}_3$  co wpływa na ich znaczną twardość. Temperatura ulega niewielkim zmianom w ciągu roku.

W obszarach wododziałowych występują płaty wody wierzchówkowe. Użytkownicy studzien wierzchówkowych warstwę wodonośną nazywają rzygawcem. Woda w tych studniach jest mętna. Zwierciadło w ciągu roku ulega dużym wahaniom, a temperatura jest zmienna. W okresach dużego zasilania poziomów wierzchówkowych, na zboczach dolin w górnej części zlewni można znaleźć sporadyczne wysięki. Być może, że okresowe płynięcie wody w górnym odcinku koryta Bystrzycy przedłuża się dzięki okresowemu funkcjonowaniu tych poziomów.

#### Wydatność źródeł a zmiany poziomu wody w studniach

W celu dokładnego określenia ich wysokości i ustalenia związku z wodami podziemnymi wykonano niwelację dla 3 studni, w których następnie robiono obserwacje. Okazało się, że źródła i woda w studni połozonej nad nimi mają identyczną wysokość. Wszystkie trzy studnie czerpią z jednego poziomu wodonośnego. Dalszą wskazówką są wahania sezonowe zwierciadła wody w studniach, przedstawione na wykresie III. Przepuszczalnie na wynik pomiarów wpływ miało czerpanie wody ze studni na potrzeby gospodarskie, gdyż pomiary wykonywane były około godziny 11 (termin pomiarów uzależniony był od dojazdu pociągami). Dlatego nie można interpretować wszystkich drobnych zmian, a tylko ogólny przebieg krzywych.

Przebieg ten dla wszystkich studni jest podobny. Różni je tylko amplituda zmian, najmniejsza w studni najpłytszej. Zjawisko to związane jest zapewne z mniej intensywną eksploatacją studni. Wykresy zmian wysokości zwierciadła wody w studniach i wydajność źródła wykazują na ogół zgodny przebieg. W okresie IIIb zwierciadło występuje wyżej, a wydajność jest większa. Maksima i minima stanów wody i wydajności źródła występują w tym samym czasie.

Przytoczone fakty pozwalają określić źródła sulowskie jako typ źródeł warstwowo-szczelinowych.

## L I T E R A T U R A

1. Czarnecka H.: Obserwacje źródeł na terenie Warszawy. *Gosp. Wodna*, nr 7, 1962.
2. Czarnecka H.: Wstępne wyniki hydrologicznych badań źródeł. *Gosp. Wodna*, nr 8, 1960.
3. Dobrzyński S.: Przyczynek do wyjaśnienia sposobu powstawania źródeł wód żelazistych w okolicach Lublina. *Pam. Fizj.*, t. XIV, 1896.
4. Drzał M., Fabijanowski J.: Niebieskie źródła nad Pilicą. *Chrońmy Przyr. Ojcz.*, t. IX, z. 6, 1953.
5. Gołąb J.: Krótka charakterystyka źródeł okolic Krzeszowic. *Biuletyn P.I.G.*, 32, 1947.
6. Kobendzina J.: Źródłiska rzeki Łyny. *Chrońmy Przyr. Ojcz.*, z. 4—6, 1949.
7. Kowalski L.: Podregłowe źródła północnej strony Tatr. *Spraw. Kom. Fizjograf.*, t. 53—54, Kraków 1922.
8. Maruszczak H., Szalkiewiczówna B.: Pomiarzy temperatury źródeł na Sławinku. [Rękopis].
9. Mojski J. E.: Asymetria zboczy dolinnych w dorzeczu Bystrzycy. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sec. B*, t. V, 2, 1950.
10. Niedźwiedzki J.: O sposobie występowania wody w podziemiu, w źródłach, rzekach i jeziorach. *Wiedeń* 1915.
11. Owczinnikow A. M.: *Obszczaja gidrogeologia*. Moskwa 1949.
12. Pastusiak E.: Stosunki hydrograficzne w dorzeczu Bystrzycy Południowej. [Praca nie publikowana].
13. Romer E.: O niezwykłym ruchu temperatur górskich źródeł i potoków. *Kosmos*, t. XXX, 1905.
14. Sierosławski H.: Źródła Bystrzycy w Sulowie wg obserwacji i pomiarów przeprowadzonych w czasie od 14 III 1954 do 8 I 1955 r. [Praca nie publikowana].
15. Stachy J.: Wprowadzenie rachunkowej metody obliczania pomiarów objętości przepływu. *Gosp. Wodna*, nr 2, 1963.
16. Świerz L.: Ciepłota źródeł i stawów tatrzańskich mierzona w 1876 r. *Pam. Tow. Tatr.*, t. II, 1877.
17. Świerz L.: Zapiski meteorologiczne. b) Ciepłota źródeł. *Pam. Tow. Tatr.*, t. II, 1911.
18. Świerz L.: Zapiski termometryczne niektórych stawów, źródeł i innych wód tatrzańskich. *Pam. Tow. Tatr.*, t. XVIII, 1897.
19. Trembaczowski E.: Promieniotwórczość wód Lubelszczyzny. *Acta Geophysica Polonica*, t. I, 1953.
20. Trembaczowski E.: Promieniotwórczość wód na Sławinku pod Lublinem. *Ann. Univ. Mariae Curie Skłodowska, Sec. AA*, vol. VI, 2, 1952.
21. Wilgat T.: Problemy hydrograficzne Wyżyny Lubelskiej. *Czas. Geogr.*, t. XXIX, z. 4, 1958.
22. Wilgat T.: Z badań nad wodami podziemnymi Wyżyny Lubelskiej. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sec. B*, t. XII, 6, 1959.
23. Ziemońska Z.: Związek temperatury źródeł morenowych z wysokością ich występowania na północnych stokach Tatr Zachodnich. *Przegl. Geogr.*, t. XXXII, 1960.



## РЕЗЮМЕ

В настоящей статье автором описаны источники Быстжицы, притока Вепжа в речном бассейне Вислы. Источники выступают во дне долины под склоном. Склон построен из твердой, покрытой сильно трещинами меловой породы. Вода вытекает через 14 трещин. Наряду с трещиноватыми источниками выступают еще пульсирующие источники.

В течение лет 1954—1959 были сделаны, с перерывами, измерения температуры и продуктивности источников. Также была совершена гидрографическая съемка поверхностного стока верхней Быстжицы на протяжении 58 км<sup>2</sup>. Кроме того были подвергнуты периодическим исследованиям три колодца в различном морфологическом положении (возвышение, склон, дно долины).

Температура воды источников менялась в незначительной степени. Самые большие изменения выступили в трещинах крайне расположенных (от 8,1° до 9,3°), наименьшие — в центральных источниках (от 8,5° до 8,8°). Самые низкие температуры наблюдались в январе и феврале месяцах, а самые высокие — в июле и августе. Температура воды в колодцах изменялась в гораздо большей степени, чем в источниках (чертеж 2). Наименьший размах колебаний обнаружил самый глубокий колодец, а наибольший размах колебаний самый мелкий колодец. Максимальные температуры в источниках и колодцах проявились в то же самое время, а снижение температуры к величинам минимальным в источниках опередило минимумы в колодцах.

Продуктивность источников измерялась при помощи переплыва с поплавком. Продуктивность источников во время измерений изменялась в границах от 19,6 л/сек до 59,8 л/сек. Продуктивность источников сравнивалась с атмосферическими осадками из соседней станции в Закжувке. Соотношение между средней продуктивностью и суммой осадков указывает на пропорциональный к атмосферическим осадкам рост продуктивности источников в течение последних двух лет, охватывающий годовой цикл наблюдений. Сопоставление продуктивности источников с суммами осадков для более коротких промежутков времени, а также с атмосферическими осадками за день (чертеж I) позволяет установить, что источники реагируют в ничтожной мере на летние осадки. Лишь только длительные летние осадки могут вызвать более отчетливое возрастание продуктивности источников. Гораздо большее влияние оказывают осадки в период весны и осени, прежде всего вследствие уменьшенной эвапотранспирации. Наибольший эффект вызывают весенние осадки, наступающие после оттепелей.

Источники и три колодца, в которых делались измерения, снабжаются водой из одного водоносного горизонта. Диаграммы изменений высоты зеркала воды в колодцах и продуктивности источников имеют, в общем, сходный ход. Минимумы и максимумы состояния воды и продуктивности выступают в это же время. Этот уровень является главным полезным уровнем и выступает в меловых известняках. Источники же обладают слоегато-трещиноватым характером.

---

## SUMMARY

In this article the author describes the sources of the river Bystrzyca, a tributary of the Wieprz in the river system of the Vistula. The sources are in a valley at the foot of a slope, formed of hard much-fissured Cretaceous bedrock. The water flows from 14 fissures. Besides these sources there are also pulsating sources.

In the years 1954—59, with intervals, measurements were taken of the temperature and capacity of the sources. Hydrographic mapping was also obtained of the upper Bystrzyca basin over an area of 59 sq. km. In addition, 3 wells in varying morphological situation (surface of plateau, slope, valley bottom) were subject to periodic examination.

The temperature of the sources changed slightly. The greatest changes were observed in the most distant fissures (from 8.1°C to 9.3°C), the smallest in the centrally sited fissures (from 8.5° to 8.8°). The lowest temperatures occurred in January and February, and the highest in July and August. The temperature of the water in the wells changed to a far greater degree than that of the sources (Fig. 4). The greatest amplitude was found in the shallowest well and the least in the deepest well. The maximum temperatures in the wells and in the sources occurred at the same time, while the reaching of a minimum temperature is swifter in the sources than in the wells.

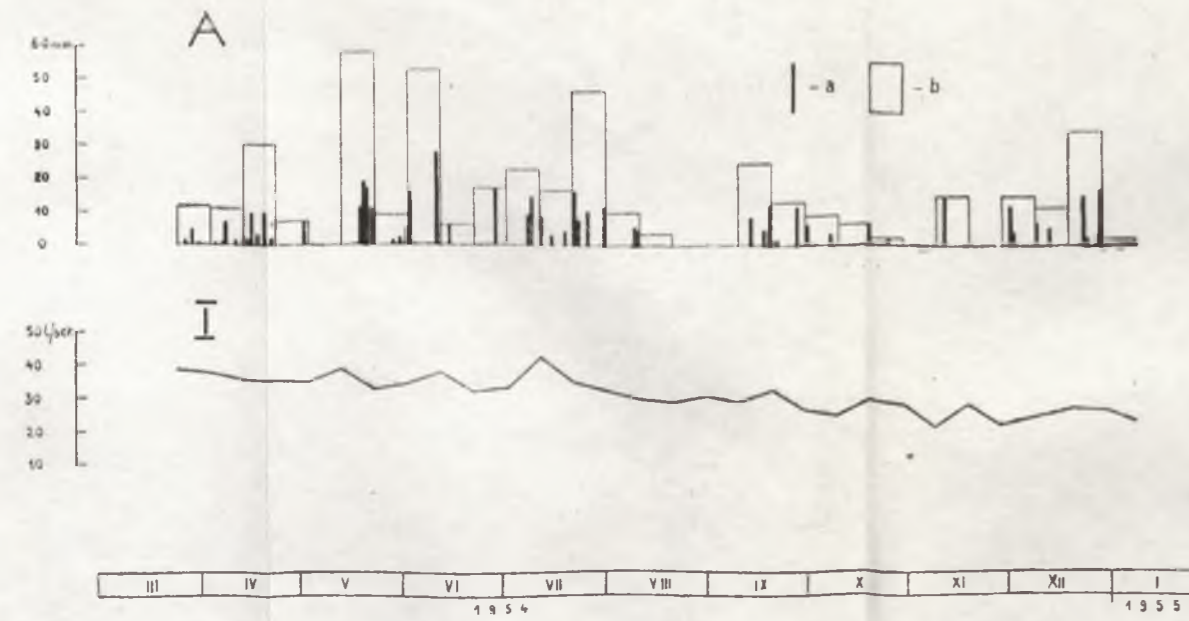
The capacity of the source was measured by using a float. During the time in which the measurements were taken, the capacity changed from 19.8 l/sek. to 59.8 l/sek. The capacity of the source was compared with the precipitation as recorded in the neighbouring station at Zakrzówek. The relation between the average capacity and the sum of the precipitation shows a rise in capacity in proportion to the precipitation in the last two years as observed in the cycle of observations for the whole year. A comparison of the capacity of the sources with the sum of the precipitation for shorter periods and with the daily precipitation

(Graphs. I, II, III) indicates that the sources react only slightly to summer precipitation. Only longer periods of summer precipitation can greatly increase the capacity. Precipitation in spring and autumn has far greater effect chiefly because of less evapotranspiration. The greatest effect is that of spring precipitation after the thaw.

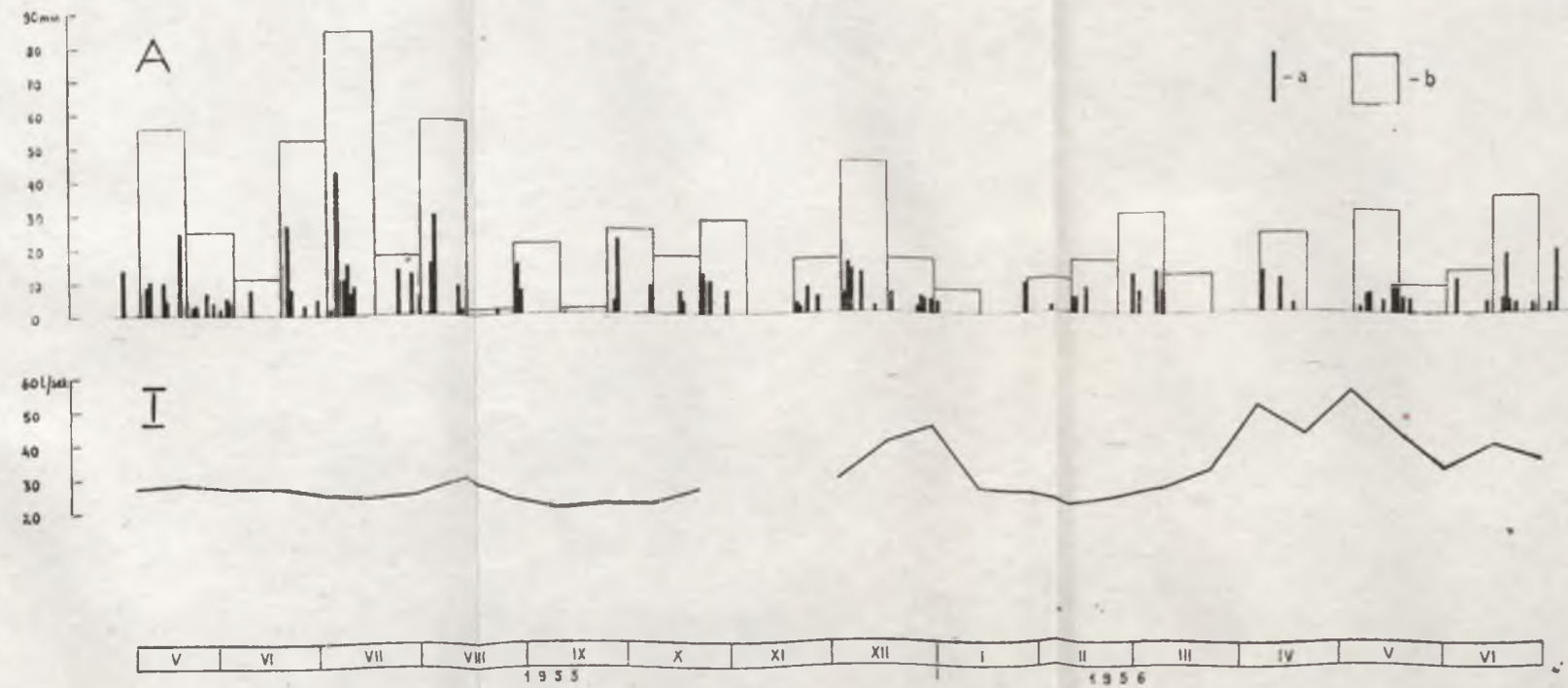
The sources and the three wells in which the measurements were taken derive their water from one water-bearing layer. The graphs of changes in the water levels in the wells and the capacity of the sources are generally in agreement. The minima and maxima of the water levels and the capacity occur at the same period. The level is the chief level of utility and occurs in limestone. The sources are of a stratified-fissural character.



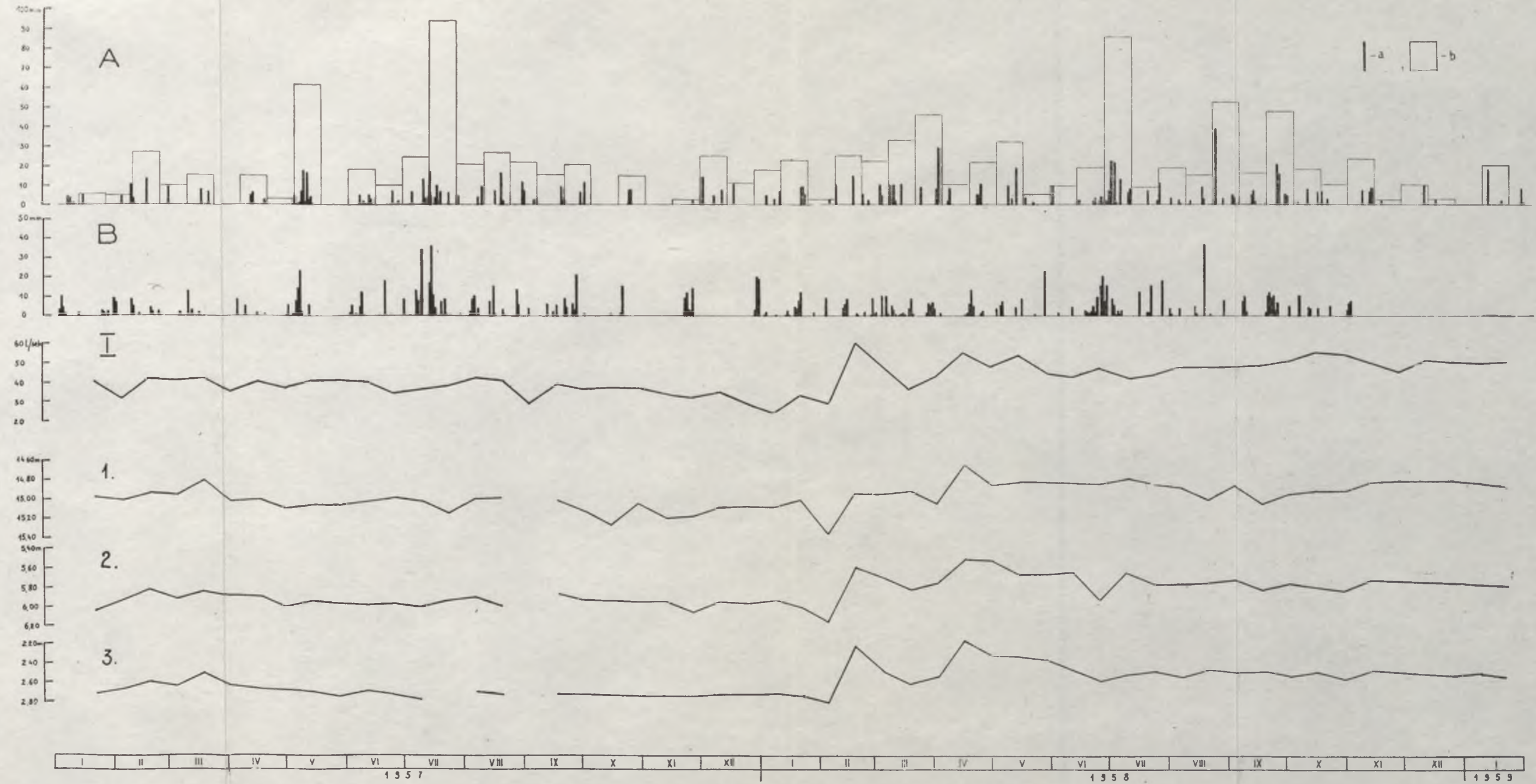
Wykres I



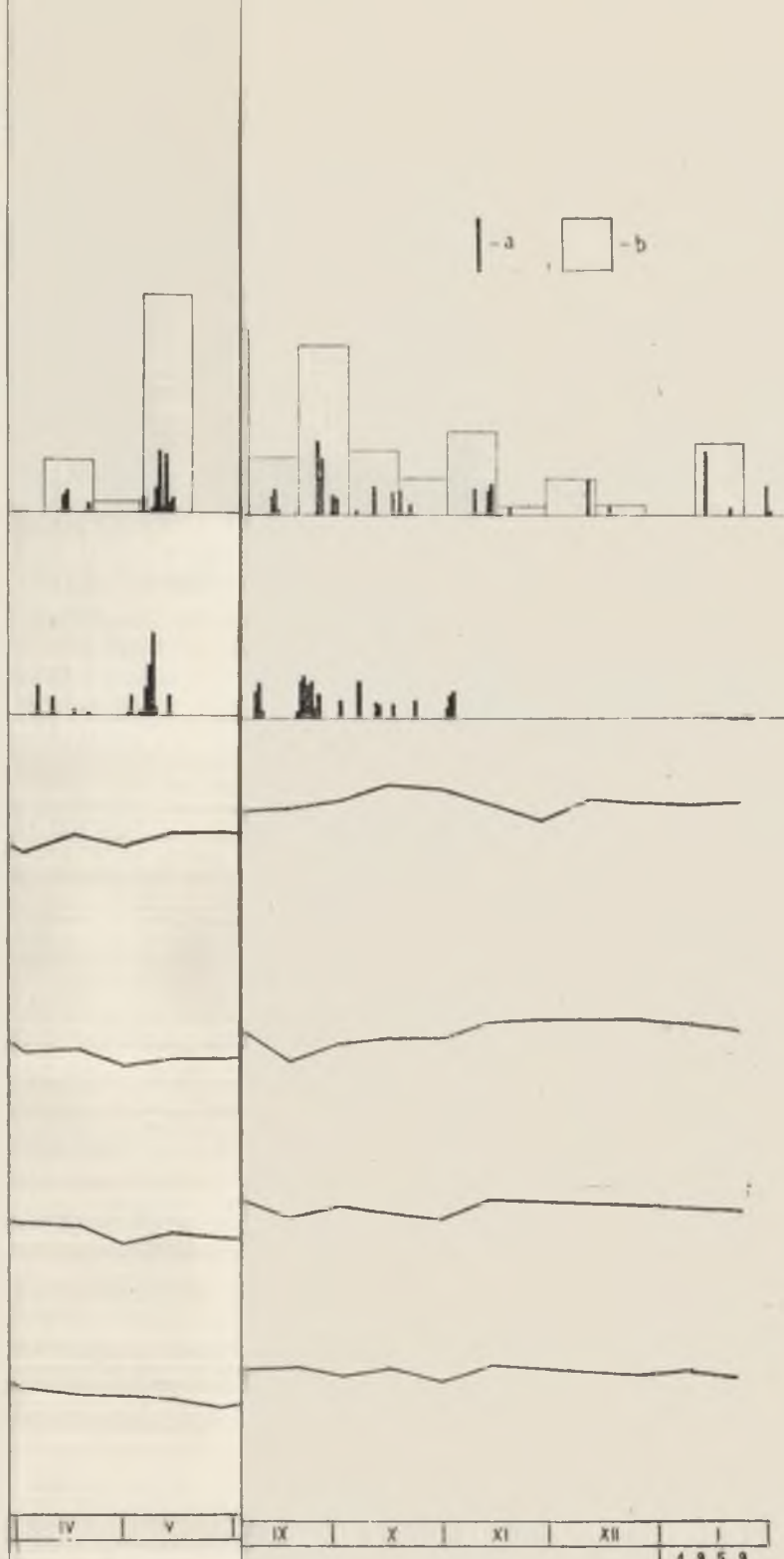
Wykres II



Wykres III



Objaśnienia wykresów: A opad w Zakrzówku, B — opad w Sulowie; a — suma dobowa, b — dwutygodniowa; I — wydajność źródeł; 1, 2, 3 — lustro wody w studniach nr 1, 2, 3  
 Explanations of Graphs: A — precipitation in Zakrzówek, B — precipitation in Sulów; a — precipitation in 24 hours, b — precipitation in a fortnight; I — the capacity of the sources; 1, 2, 3 — the water level in wells 1, 2 and 3



a — dwutygodniowa, b — dwutygodniowa  
 w 24 godziny, b — w 24 godziny