

KAZIMIERZ PASTERNAK

**Zmienność składu chemicznego wody w stawach
o różnym usytuowaniu dna względem lokalnego
poziomu erozyjnego**

**Variability of the chemical composition
of water in ponds of various disposition
of the bottom in relation to the local
level of erosion**

Wpłynęło 3 listopada 1967 r.

Abstract — The papers reports the results of investigations on the water of ponds of various disposition of the bottom in relation to the local level of the surface-water flow and ground-water table of the surrounding terrain. Those data show, among other facts, that in ponds with a basin deeply sunk into the surrounding terrain the water is much richer in mineral salts than in those whose bottom lies at almost the same level as the adjoining grounds. The causes and significance of this phenomenon are dealt with in the text.

Skład chemiczny wody w stawach kształtuje się głównie pod wpływem jakości wody służącej do ich zalewu, typu i stopnia rozwoju roślinności wodnej oraz gatunku gleby ich dna. Zdarzają się jednak warunki, w których o składzie wody w stawach decydują w sposób zasadniczy także i inne czynniki. Do takich czynników, mało dotychczas poznanych, a mających niekiedy duże znaczenie dla żyzności stawów, zaliczyć można usytuowanie dna stawów względem lokalnego poziomu erozyjnego, tj. poziomu spływu wody powierzchniowej i zwierciadła wody gruntowej otaczającego terenu.

Przedstawienie wpływu takiego różnego usytuowania dna stawów na skład chemiczny ich wody jest głównym celem niniejszej pracy. Poświęcone temu badania przeprowadzono w obrębie kompleksu stawów w Goczalkowicach (pow. Pszczyzna) położonego na równym nadwiślańskim tarasie. Szczegółowo zajęto się dwoma stawami Maciek Borowy (36,0 ha)

i Rontok Wielki (37,3 ha) o różnej deniwelacji dna względem terenów otaczających. Różnica pomiędzy poziomem dna a wysokością powierzchni erozyjnej bezpośredniej zlewni w pierwszym stawie jest bardzo mała, natomiast w drugim stawie znaczna (dno stawu znajduje się w granicach 4—8 m poniżej równej powierzchni większości otaczającego terenu). Obydwa stawy otrzymują wodę za pomocą donośnika ze zbiornika zaporowego w Goczałkowicach i mają taką samą rodzajowo i gatunkowo glebę dna (aluwialną glinę ciężką — P a s t e r n a k 1959). Staw Maciek Borowy jest nawadniany bezpośrednio, a staw Rontok Wielki poprzez staw Rontok Mały. Na powierzchni dna stawów Rontoki występują niecki osiadań górniczych. Omawiane stawy mają zbliżony stopień zarośnięcia przez roślinność naczyniową oraz otrzymywały podobne dawki wapna. Tereny otaczające stawy od południa pokrywają mady ciężkie (taras zalewowy Wisły), a z pozostałych stron utwory pyłowe lessowate.

Wodę analizowano trzykrotnie w ciągu sezonu. Oznaczano w niej twardość ogólną, zawartość wapnia i magnezu kompleksometrycznie, potas i sód na fotometrze płomieniowym, mętność na fotoelektrycznym nefelometrze, a resztę składników według metod podanych przez J u s t a i H e r m a n o w i c z a (1955) oraz Standard Methods (1955).

Wyniki badań

Woda donośnika do stawów w Goczałkowicach (tabela I) ma stosunkowo dużo wolnego CO₂, zmienne natlenienie (dolny upust zbiornika) i słabo kwaśny lub obojętny odczyn. Odnacza się małą twardością ogólną, na którą w stosunkowo małym procencie składają się sole magnezu. Zawiera małą ilość potasu, sodu, żelaza, chlorków, a szczególnie fosforanów. W stosunkowo większej ilości, zwłaszcza w okresie wiosennym, występują w niej siarczany. Wiąże się to głównie z geologiczną budową zlewni rzek karpackich (P a s t e r n a k 1968). Być może, że w tym średnio uprzemysłowionym regionie na większą od przeciętnej zawartość siarczanów w wodzie pewien wpływ wywiera również zanieczyszczenie powietrza i gleby przez imisję gazów oraz pyłów zasobnych w SO₂ (spalanie nisko gatunkowego węgla). Zdaniem N ö m m i k a (1960) dodatni bilans siarki w glebie tworzy się głównie dzięki zawartości tego składnika w powietrzu, opadach i nawozach. Ze względu na swe pochodzenie (ze zbiornika) omawiana woda zawiera, z wyjątkiem okresu wiosennego, niewiele mineralnych związków azotu i nieco silniejsze niż woda Wisły przed zbiornikiem (B o m b ó w n a 1962) zabarwienie, mętność i utleniałość.

Fizyko-chemiczne właściwości wody stawu Maciek Borowy (tabela I), którego dno ułożone jest prawie na poziomie najbliższych przylegających równinnych terenów, różnią się od analogicznych właściwości wody donośnika bardzo nieznacznie. W porównaniu z donośnikiem woda tego sta-

wu ma tylko lepsze natlenienie, brak lub małą ilość wolnego CO₂, alkaliczny odczyn, nieco większą twardość ogólną i utlenialność oraz wyraźnie mniejszą jeszcze zawartość azotanów, azotynów, potasu i żelaza. Większa

Tabela I. Fizyko-chemiczne właściwości wody donośnika i stawów w Gospodarstwie Goczałkowice (1962 r.)

Table I. Physico-chemical properties of supply and pond water at Goczałkowice fishery farm (1962)

		Donośnik water supply			Staw Maciek Borowy Pond Maciek Borowy			Staw Rontok Wielki Pond Rontok Wielki		
		18.V.	12.VII.	15.IX.	18.V.	12.VII.	15.IX.	18.V.	12.VII.	15.IX.
Temperatura wody Temperature	°C	13,5	19,2	14,5	13,5	22,0	15,2	14,2	22,4	15,3
Tlen rozpuszcz. Oxygen dissolved	O ₂ mg/l	10,0	9,0	7,8	11,2	9,3	9,3	10,1	8,0	6,6
Stopień nasycenia Oxygen saturation	O ₂ %	95,2	96,5	75,9	106,7	105,1	91,7	97,6	91,1	65,2
CO ₂ wolny free	mg/l	6,0	4,0	7,0	0,5	0,0	2,0	0,0	2,5	7,0
pH		6,7	7,2	7,0	8,0	8,4	7,8	8,5	7,9	7,3
Alkaliczność Alkalinity	me./l	0,56	0,86	0,96	1,05	1,25	1,35	1,40	1,70	2,00
Twardość ogólna Total hardness	°n*	3,66	3,72	3,95	4,38	4,36	4,70	6,46	6,54	7,20
Wapń Calcium	Ca mg/l	20,0	20,7	22,3	23,6	24,4	27,0	32,5	27,9	32,2
Magnez Magnesium	Mg mg/l	3,6	3,6	3,7	4,7	4,2	3,9	8,2	11,5	11,1
Żelazo Iron	Fe mg/l	0,40	0,34	0,30	0,50	0,14	0,12	0,52	0,48	0,34
Potas Potassium	K mg/l	2,16	2,41	2,32	1,87	1,83	1,78	6,31	7,10	6,93
Sód Sodium	Na mg/l	6,1	5,5	5,0	5,5	5,5	4,8	8,9	10,0	9,2
Amoniak Ammonia	N-NH ₄ mg/l	0,01	0,04	0,06	0,07	0,08	0,06	0,08	0,08	0,12
Azotyny Nitrites	N-NO ₂ mg/l	0,005	0,014	0,010	0,002	ślad trace	0,000	0,000	0,002	0,014
Azotany Nitrates	N-NO ₃ mg/l	1,25	0,75	0,30	0,12	0,05	0,07	0,15	0,05	0,14
Fosforany Phosphates	PO ₄ mg/l	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,18	0,20	0,08
Chlorki Chlorides	Cl mg/l	8,60	7,00	7,25	7,70	6,75	7,00	16,30	17,50	17,50
Siarczany Sulphates	SO ₄ mg/l	39,4	25,9	25,4	27,4	20,2	18,7	49,0	36,9	32,2
Barwa Colour		20	35	30	35	30	30	35	40	40
Mętność Turbidity	SiO ₂ mg/l	18	20	23	13	14	16	14	36	51
Utlenialność KMnO ₄ - cons. O ₂	mg/l	6,4	5,0	5,8	6,0	8,5	10,4	9,2	9,6	12,2

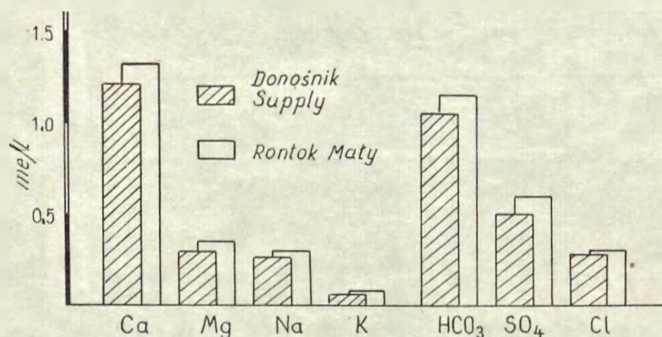
* / in German degrees

niewielką w wodzie stawu Maciek Borowy ilość wapnia i magnezu, jak również wyższą zasadowość a mniejszą zawartość siarczanów jest przede wszystkim skutkiem stosowanego wapnowania.

Podobnie jak w stawie Maciek Borowy, niewielkie różnice w odniesieniu do wody donośnika występują w składzie chemicznym wody stawu Rontok Mały (ryc. 1), z którego nawadniany jest staw Rontok Wielki. Woda stawu Rontok Mały zawiera jedynie minimalnie więcej potasu

i sodu. Przyczynia się do tego prawdopodobnie spływ powierzchniowych wód z terenu pobliskich gospodarstw wiejskich.

Wyraźnie odmienny skład chemiczny od wszystkich omówionych powyżej wód, wykazuje woda stawu Rontok Wielki (tabela I), którego dno

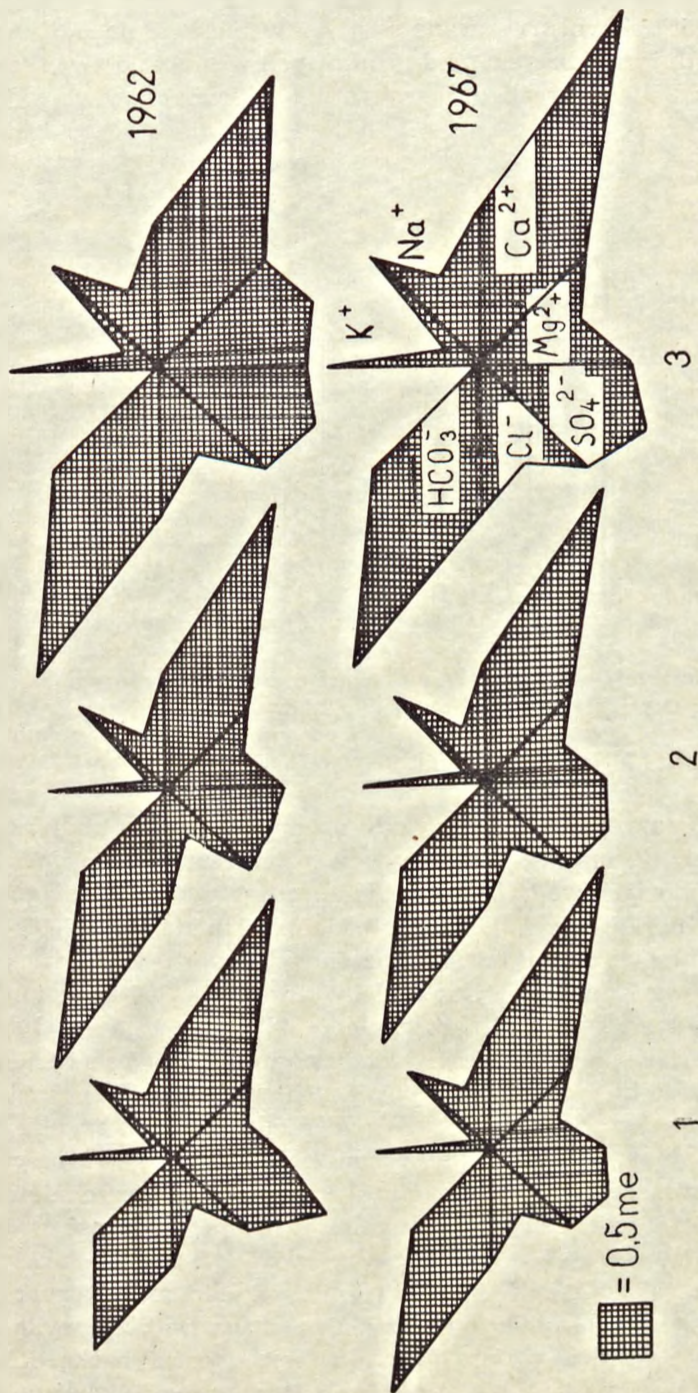


Ryc. 1. Średnia zawartość jonów w wodzie donośnika i stawu Rontok Mały w 1967 r.
Fig. 1. Mean ion content, in water of the supply and the pond Rontok Mały in 1967

usytuowane jest znacznie poniżej powierzchni równinnych obszarów otaczających stawy. Zawiera ona w porównaniu z wodą doprowadzalnika i wodą stawu Maciek Borowy zdecydowanie więcej wszystkich składników mineralnych. Szczególnie dużo więcej znajduje się w tej wodzie potasu, magnezu, żelaza, fosforanów i chlorków. Woda stawu Rontok Wielki ma również najwyższą z badanych wód utlenialność. W mniejszej ilości występował w niej pod koniec lata jedynie tlen. Przyczyna tego tkwi prawdopodobnie w tym, że na dnie tego stawu w nieckach osiadań górniczych gromadzi się większa ilość zgniwającej materii organicznej.

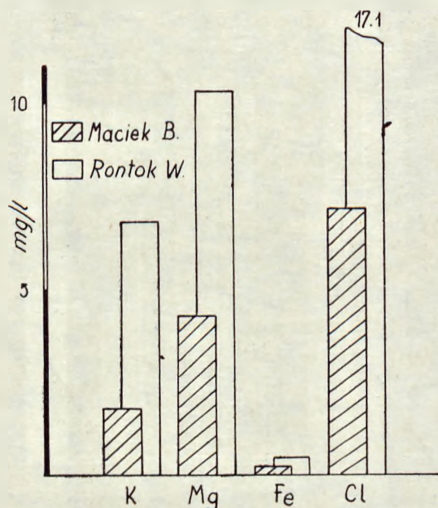
Podsumowanie

Różnice ilościowe w zawartości poszczególnych jonów w wodach badanych stawów o różnej deniwelacji dna względem otaczającego terenu, w odniesieniu do wody donośnika obrazuje ryc. 2. Z porównania wielkości powierzchni figur zamieszczonych na tej rycinie, przedstawiających sumę milirównoważników ważniejszych jonów w badanych wodach, wyraźnie widać, że zdecydowanie więcej tych jonów występuje w stawie, którego dno leży znacznie poniżej lokalnego poziomu erozyjnego. Wiąże się to z tym, że do stawu o takiej budowie spływać mogą większe ilości wody gruntowo-glebowej, zasobniejszej zwykle w sole mineralne, niż do stawu, którego dno usytuowane jest na poziomie przyległych obszarów. Poza tym znaczne zagłębienie misy stawu w teren, jak w przypadku stawu Rontok Wielki, powoduje powiększenie się powierzchni jego bezpośredniej zlewni, w konsekwencji czego staw taki otrzymuje także większy spływ



Ryc. 2. Średni bezwzględny skład jonowy wody: 1 — donośnika, 2 — stawu Maciek Borowy, 3 — stawu Rontok Wielki
 Fig. 2. Mean absolute ion composition of water in: 1 — the supply, 2 — the pond Maciek Borowy, 3 — the pond Rontok Wielki

równie dość zasobnych w składniki mineralne wód powierzchniowych. W stawach o dnie na poziomie otaczającego terenu spływy powierzchniowe z bezpośredniej zlewni hamowane są przez wzniesione ponad ten poziom groble. Za dużym udziałem wód gruntowych w procesie zwiększania mineralizacji wody w stawach o znacznym zagłębieniu misy w podłoże



Ryc. 3. Średnia zawartość potasu, magnezu, żelaza i chlorków w wodzie stawów Maciek Borowy i Rontok Wielki w 1962 r.

Fig. 3. Mean content of potassium, magnesium, iron and chlorides in water of the ponds Maciek Borowy and Rontok Wielki in 1962

przemawia występowanie wysięków wody u podnóża brzegu podwyższonego terenu oraz stosunkowo większa w wodzie stawu Rontok Wielki, niż w powierzchniowych wodach tego regionu, zawartość żelaza, magnezu, potasu, a także chlorków (ryc. 3). Według badań N o m m i k a (1960), wyników analiz S t r z y s z c z a (1965), oraz danych autora, wody drenowe i gruntowo-glebowe wynoszą zwykle z gleby, poza dużą ilością azotanów, stosunkowo dużo tych składników. Szczególnie odnosi się to do wód spływających z utworów pyłowych lessowych i lessowatych (P a s t e r n a k 1968), czyli podobnych do gleb pokrywających większość bezpośredniej zlewni badanych stawów. Ilość azotanów, ze względu na ich szybkie zużycie w wodzie stawu przez roślinność, nie może stanowić w tym przypadku realnego wskaźnika. O znacznych spływach wód powierzchniowych do stawu Rontok Wielki świadczy natomiast większa zawartość w jego wodzie fosforanów.

Poza tym warto nadmienić, że staw Rontok Wielki mający znacznie zasobniejszą wodę w sole mineralne niż staw Maciek Borowy, wykazuje w porównaniu z nim dużo wyższą naturalną wydajność rybacką. Różna deniwelacja dna w odniesieniu do otaczającego terenu ma również pewne

znaczenie dla bilansu wody w stawach. Straty wody, na skutek przesiąków przez groble, w stawach o dnie na poziomie otaczającego terenu są o wiele wyższe niż w przypadku stawów o misie zagłębionej w podłoże.

Wpływ na skład chemiczny wody różnego usytuowania dna stawów względem lokalnej powierzchni erozyjnej zaznaczyć się może szczególnie wyraźnie w stawach na terenach piaszczystych o dużej cyrkulacji wód gruntowych (Vetterleim 1961) oraz na obszarach od dawna uprzemysłowionych, gdzie powietrze i powierzchniowe warstwy gleby ulegają na skutek imisji gazów i pyłów znacznemu zanieczyszczeniu różnymi mineralnymi związkami w dużej części rozpuszczalnymi w wodzie (Skawina 1967).

Przedstawione zjawisko może mieć znaczenie w przypadkach projektowania budowy nowych stawów na równych tarasach nadrzecznych, gdzie istnieje możliwość jednokierunkowego ich odwodnienia lub rozplanowania intensywności nawożenia poszczególnych stawów (w obrębie istniejącego już gospodarstwa), mających zmienny układ misy względem powierzchni erozji.

SUMMARY

The present investigations were carried out within a complex of ponds at Goczałkowice (basin of the Upper Vistula). These ponds are flooded by the same water, have qualitatively the same soil of the bottom (heavy clay) and of the drainage area (silt deposit), a similar degree of overgrowth with vascular vegetation, and have received a similar liming. As can be seen from the data assembled in Table I, figs 2 and 3, the way in which the bottom of the ponds is disposed in relation to the local level of erosion plays an important role in the shaping of the chemical composition of water in the ponds. Ponds whose bottom lies much lower than the local level of erosion (pond Rontok Wielki — 37.2 ha) have a water much richer in all mineral salts than those whose bottom is disposed almost at the same level as the adjoining grounds (pond Maciek Borowy — 36.0 ha). This is due to the fact that ponds with a structure of the first type can be supplied with a far larger amount of ground waters, which are usually rich in mineral salts, than ponds of the second type. Moreover, the considerable sinking of the basin of the pond into the level terrain brings about an enlargement of the area of its immediate catchment basin, the consequence of which is that such a pond receives a greater flow of surface waters, which are also fairly well mineralized. In ponds whose bottom lies at the level of the surrounding terrain the surface run-off from the immediate drainage area is inhibited by dikes raised above this level. The seepage of water at the foot of the border of the higher lying terrain, as well as the relatively higher content of potassium, magnesium, iron, and chlorides in the water of the pond Rontok Wielki than in the surface waters of this region (fig. 3), point to a large share of ground waters in the process of increasing the mineralization of waters in ponds with a basin deeply sunk into the terrain.

The pond Rontok Wielki, with a water much richer in mineral salts than the pond Maciek Borowy, shows, as compared with the latter, a much higher natural production of fish. The losses of water due to its percolation through the dikes

in ponds with a bottom lying at the level of the surrounding terrain, are far greater than in ponds with a basin sunk into the substratum.

The dependence of the chemical composition of water in ponds on this kind of different disposition of their bottom can be particularly strongly marked on sandy terrains with an intense circulation of ground waters and in regions that have been industrialized for a long time, where the air and soil are successively polluted by the emission of gases and dusts.

The reported phenomenon may be of importance in planning the construction of new ponds on even riverside terrains, where it would be possible to drain them in one direction or in planning the intensity of fertilizing particular ponds of varying subsidence of the bottom in relation to the surface of erosion.

LITERATURA

- Bombówna M., 1962. Osadzanie się zawiesin w zbiorniku zaporowym w Goczałkowicach. *Acta Hydrobiol.*, 4, 2, 69—118.
- Just J., Hermanowicz W., 1955. Fizyczne i chemiczne badanie wody do picia i potrzeb gospodarczych. Warszawa, Państw. Zakł. Wyd. Lek.
- Nömmik H., 1960. Förluster av växtnäringsämnen genom utlakning. *Växtnäringsnytt*, 16, 5, 1—3.
- Pasternak K., 1959. Gleby gospodarstw stawowych dorzecza Górnej Wisły. *Acta Hydrobiol.*, 1, 3—4, 221—283.
- Pasternak K., 1968. Skład chemiczny wody rzek i potoków o zlewniach zbudowanych z różnych skał i gleb. *Acta Hydrobiol.*, 10, 1—2.
- Skawina T., 1967. Charakterystyka zmian glebowych wywołanych przez zanieczyszczenie powietrza w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym. *Zeszyty Nauk. AGH w Krakowie*, 155, zeszyt specjalny 12, 233—248.
- Standard Methods for the Examination of Water, Sewage and Industrial Wastes, 1955, New York, APHA.
- Strzyszczyński Z., 1965. Próba wykorzystania badań hydrochemicznych do rekultywacyjnej oceny wyrobisk górnictwa piasku podsadzkowego. *Zakład Badań Nauk. GOP PAN w Zabrze*, Biuletyn 5, 89—96.
- Vetterleim E., 1961. Zu Fragen des Wasserhaushalts und der Wasserversickerung im Boden unter besonderer Berücksichtigung der Grundwasserneubildung. *Wasserwirt., Wassertech.*, 11, 8, 359—365.

Adres autora — Author's address

doc. dr Kazimierz Pasternak

Zakład Biologii Wód, Polska Akademia Nauk, Kraków, ul. Sławkowska 17