Przyczynek do znajomości hydrobiologii kałuż

Contribution to the knowledge of the hydrobiology of puddles

JERZY CZOSNOWSKI

(wpłynęło 30. XI. 51 r.)

W literaturze hydrobiologicznej znajdujemy niewiele prac nad bardzo drobnymi zbiornikami wodnymi. Większość z nich przedstawia rezultaty badań nad zbiornikami o głębokości od kilkudziesięciu cm do przeszło jednego metra (Gieysztor 1934, Weimann 1933, Brandt 1936, 1937). W ostatnio wymienionych pracach Brandta znajdujemy szereg danych odnoszących się do typowych kałuż, ale dokładniejszych badań nad nimi nie przeprowadzono.

Rys. 1.

Celem niniejszej notatki jest dostarczenie dalszych danych dotyczących hydrografii, termiki i biologii kałuż. Przedmiotem badań była niewielka kałuża, o powierzchni kilku zaledwie metrów kwadratowych, na gliniastej drodze na Antałówce w Zakopanem.

Stosunki hydrograficzne

Kałuża powstała po deszczu na początku października 1944 r. Badania rozpoczęto dnia 8. X. Gliniaste podłoże i miejsce osłonięte od wiatru lasem świerkowym umożliwiło utrzymanie się kałuży aż do pierwszego opadu śniegowego w dniu 22. X. Obraz zbiorniczka w dniu rozpoczęcia badań przedstawiony jest na rys. 1. Początkowa pojemność 120 litrów przy powierzchni 2,4 m² podniosła się po następnym deszczu w dniu 10. X. do 160 l, powierzchnia zaś do 3,0 m². Przez następnych 8 dni pojemność powoli obniża się do chwili, gdy deszcz w dniu 19. X. podnosi ją ze 125 l do 200 l, poczym wietrzna pogoda powoduje dość szybkie zmniejszanie się kałuży (rys. 2).

Rys. 2. Zmiany pojemności kałuży w ciągu okresu badań, (strzałki oznaczają opady deszczowe)

Fig. 2. Changes in the capacity of the puddle within the course of investigations (arrows denote rainfall).

Woda napływająca podczas i po deszczu do kałuży niosła z otoczenia dużo materiału, co objawiało się przede wszystkim silnym, żółtym zmętnieniem. Po deszczu np. ilość żelaza w wodzie wzrosła z 3,0 do 6,0 mg/l, zużycie zaś KMnO₄ z 90 do 110 mg/l.

Niestety dalszych, bardziej wyczerpujących badań chemicznych nie udało się przeprowadzić, ponieważ opracowywanie mikrochemicznych metod analizy wody ukończono w przeddzień dużego opadu śniegu (20 cm), który położył kres istnieniu kałuży.

Stosunki termiczne

Pomimo niewielkiej masy wody w kałużach i małej ich głębokości, stosunki termiczne nie są takie proste jakby się mogło na pozór wydawać co podkreślał już Brandt (1937).

W badanej kałuży istniało bardzo wyraźne uwarstwienie termiczne, tym ciekawsze, że występowało na przestrzeni 11 cm głębokości. Przyjrzyjmy się jego dziennym zmianom w ciągu 48 godzin, przedstawionym na rys. 3. Pomiarów dokonywano przy pomocy termometru, którego zbiornik rtęci był ustawiony pod kątem prostym do kapilary, w celu zlokalizowania strefy pomiaru do jak najcieńszej warstwy wody.

Krzywe 1 i 5 przedstawiają typowe południowe uwarstwienie termiczne. Jest ono proste, tzn. odpowiada porze letniej w jeziorze. Widzimy stosunkowo dość znaczną amplitudę między dnem i powierzchnią, sięgającą 2°C.

Nad wieczorem powierzchniowe warstwy wody szybko się oziębiają. Z krzywych 2 i 6 wynika, że odbywa się cyrkulacja odpowiadająca jesiennej cyrkulacji w jeziorze. W ciągu nocy powierzchnia kałuży jest zimniejsza od dna, co widać na krzywej 7, pochodzącej z rannego pomiaru. W nocy z 15 na 16. X. temperatura powierzchni była prawdopodobnie jeszcze niższa, a więc poniżej 5°C. Dnia 21. X. o godz. 6 temperatura powierzchni wynosiła 3°C zaś dna 6°, czyli że różnica osiągnęła poważną wartość 3°!

Rano, gdy tylko powietrze zaczyna się nagrzewać, obserwujemy szybkie podnoszenie się temperatury powierzchniowych warstw wody, co pociąga za sobą cyrkulację — odpowiadającą wiosennej cyrkulacji w jeziorze. Krzywa 3 przedstawia moment poikilotermii, tzn. moment, w którym warstwy środkowe mają niższą temperaturę od

Rys. 3. Zmiany w uwarstwieniu termicznym w przeciągu 41 godzin.

Fig. 3. Changes in the thermic stratification within 41 hours.

powierzchniowej i dennej, co następuje skutkiem bardzo szybkiego ogrzewania się górnych warstw wody.

Tak więc dzienny cykl termiczny kałuży (przynajmniej jesienią) odpowiadał rocznemu cyklowi jeziornemu. O podobnych stosunkach, aczkolwiek w dużo głębszych zbiornikach (małe stawki) wspominają Gieysztor (l. c.) i Brandt (1937).

Temperatura wody w kałuży biegnie za temperaturą powietrza, jednakże powierzchniowa warstwa reaguje o wiele szybciej i silniej na zmiany przyziemnych stref powietrza aniżeli warstwy denne. W ciągu doby (z dn. 15. X. na 16. X.) amplituda dla powietrza wynosiła 10° , dla powierzchni wody w kałuży $7,4^{\circ}$, dla dna natomiast tylko $5,5^{\circ}$.

Rys. 4. Zmiany temperatur na różnych głębokościach, wywołane bezpośrednią insolacją (początek insolacji o godz. 11,35).

Fig. 4. Changes of temperature at various depths caused by direct insolation (beginning of insolation at 11³⁵).

Bardzo ciekawe zmiany temperatury obserwowano dnia 8. X. w południe (rys. 4). Po pół godzinie pełnego światła słonecznego (po uprzednim zachmurzeniu), temperatura powierzchni podniosła się o prawie 3° , podczas gdy dno ogrzało się zaledwie o $0,1^{\circ}$. Stosunki te są w dużej mierze zrozumiałe, po wzięciu pod uwagę słabego przewodnictwa cieplnego wody i silnej absorpcji promieniowania cieplnego w powierzchniowych jej warstwach.

Z wyżej przytoczonych danych wynika, że kałuża jest biotopem wybitnie astatycznym pod względem termiki i wymagającym eurytermizmu od zasiedlających go organizmów.

Roślinny plankton i neuston

Badana kałuża została bardzo szybko zasiedlona stosunkowo dużą liczbą gatunków, w większej części masowo występujących. Szybko więc wykształciły się plankton i neuston; w bentosie występują gatunki planktonowe, co spowodowane jest niewielką głębokością zbiorniczka i stosunkowo krótki, w porównaniu z innymi typami zbiorników wodnych, czas życia.

	X.44.	Neuston			Plankton			Bentos			Plankton 10cm gł. 10 cm deepth
		8	15	21	8	15	21	8	15	21	
1 <i>Leptothrix ferruginea</i>			+	+					2		
2 <i>Leptothrix sideropous</i>			+	1							
3 <i>Chromulina ovalis</i>					+	+	+	+	+		
4 <i>Phacochrysis compressa</i>					+	+	2	1	+		6.000
5 <i>Mallomonas acaroides</i>					+		+				
6 <i>Cryptomonas obovata</i>						+	+		+		
7 <i>Chilomonas paramecium</i>						+	+				
8 <i>Glenodinium pulvisculus</i>					2	1	2	+	2		3.200
9 <i>Euglena proxima</i>			1	+	3	4	3	3	2		10.000
10 <i>Euglena spirogyra</i>					1	+	4	2	2		26.000
11 <i>Euglena limnophila</i> v. <i>minor</i>					+	1	1		1		1.900
12 <i>Euglena gracilis</i>						+	1	1	1		800
13 <i>Euglena geniculata</i>							+	1	+		
14 <i>Phacus pusilla</i>								+			
15 <i>Phacus inflexus</i>						+	1				1.640
16 <i>Phacus curvicauda</i>					+		+				70
17 <i>Trachelomonas lacustris</i>					1	1	3	3	2		19.000
18 <i>Trachelomonas volvocina</i>					+	2	1	+	1		1.600
19 <i>Trachelomonas oblonga</i>					1	+	1	+	+		440
20 <i>Trachelomonas rugulosa</i>					2	3	2	+	2		4.000
21 <i>Chlamydomonas</i> sp.					3	3	5	5	5		60.000
22 <i>Chlamydom. Korschikoffii</i>					2	2	3	1	2		6.000
23 <i>Carteria multifilis</i>					3	5	4	4	4		39.000
24 <i>Carteria neustophila</i>		1	2	1							
25 <i>Chlorogonium elongatum</i>						+	+	+			150
26 <i>Pandorina morum</i>							+		+		
27 <i>Pinnularia microstauron</i>							+	+	+		
28 <i>Closterium rostratum</i>							+	1			
Razem gatunków: Sum of species:		1	4	4	15	18	24	18	19		179.800 osobników individuals

Wyżej podane zestawienie ma na celu zobrazowanie składu gatunkowego neuston, planktonu i bentosu, oraz dynamiki zasiedlania kałuży. Liczebność poszczególnych gatunków wyrażono w skali sześciostopniowej, jakkolwiek przy zestawieniu tablicy oparto się nie na szacowaniu częstotliwości występowania danych form ale na wynikach liczenia w komorze 0,1 ml. Jedynie ostatnia rubryka podaje, tytułem przykładu, liczby bezwzględne dla planktonu z głębokości 10 cm (próbka z dnia 21. X.) w osobnikach na 1 ml. Próbkę dla badań ilościowych pobrano 8. 15. i 21. X. 1944 r.

Z danych powyższych wynika, że najliczniej reprezentowaną grupą są wiciowce (24 gatunki na ogólną liczbę 28). Dalej z zestawienia wynika stały, aczkolwiek powolny, przyrost liczby gatunków oraz na ogół wzrost liczebności poszczególnych gatunków w miarę starzenia się kałuży. Neuston był słabo wykształcony i nie tworzył zwartej błonki powierzchniowej a jedynie małe, zielono-brązowe poletka. Początkowo znajdowała się w nim tylko *Carteria neustophila*, później doszły jeszcze dwa gatunki bakterii żelazistych z rodzaju *Leptothrix* oraz *Euglena proxima*.

W planktonie występują przede wszystkim wiciowce. Wszystkie prawie organizmy planktonowe znajdowały w badanej kałuży bardzo dobre warunki na skutek czego występowały w dużych ilościach tworząc razem jasno-zielony, delikatny zakwit. W pewnym przypadku, podanym w ostatniej rubryce tabeli, zagęszczenie planktonu wynosiło 179.800 osobników w 1 ml wody.

D o b o w e w ę d r ó w k i w i c i o w c ó w

Wyniki pierwszych analiz próbek planktonu nasunęły przypuszczenie, że wiciowce, a przynajmniej część ich gatunków, odbywają określone pionowe wędrówki w ciągu doby. Dla stwierdzenia ewentualnych zmian w rozmieszczeniu tych organizmów trzeba było pobierać próbki ilościowe z czterech głębokości, mianowicie 0, 3, 6 i 10 cm przy pomocy prostego aparatu (rys. 5) umożliwiającego wessanie wody z warstwy jak najmniejszej grubości i zapobiegającego tworzeniu się wirów. Zasadniczą częścią aparatu są dwa duże szkiełka nakrywkowe umocowane na odpowiednio przyciętym kawałku korka w ten sposób, że osłaniają od góry i od dołu wylot rurki szklanej, przy pomocy której wsysa się wodę. Wylot rurki zanurza się w wodzie skośnym ruchem (nie pionowo w dół) aby jej nie zmącić, do odpowiedniej głębokości zaznaczonej na rurce, poczym wsysa się ustami wodę za pośrednictwem gumowego wężyka tak długo aż me-

Rys. 5. Aparat pozwalający na pobieranie prób z cienkich warstw wody na różnych głębokościach bez powodowania wirów.

Fig. 5. Apparatus by which it is possible to take samples from thin layers of water at various depths without causing eddies (a—coverglass).

nisk osiągnie górne zagięcie rurki. Po ostrożnym wyjęciu aparatu z wody (znowu skośnym ruchem) wciąga się dalej powietrze, na skutek czego woda z rurki wlewa się do probóweczki wstawionej do szerokiego cylindra aparatu. W ten sposób uzyskuje się próbę około 2 ml, z której 0,1 ml po utrwaleniu całości 1—2 kroplami stężonego roztworu jodu w jodku potasu przeliczano w komorze 1 mm grubej pod silniejszym obiektywem.

Udało się zebrać jedną tylko serię dzienną próbek ilościowych w dniu 21. X., ponieważ nazajutrz opad śniegowy zniszczył kałużę. Wobec tego, niżej przytoczone dane o wędrowkach pionowych planktonu mogą mieć jedynie orientacyjne znaczenie.

Siedem wziętych pod uwagę gatunków wiciowców wykonuje mniej lub więcej wyraźne wędrowki dobowe. Można wśród nich wyróżnić dwie kategorie. Pierwsza z nich, do której należą *Carteria multifilis*, *Euglena proxima* oraz *Glenodinium pulvisculus* wędrują w ciągu dnia ku dołowi, nocą zaś ku górze. Druga grupa to *Chlamydomonas* sp., *Chlamydomonas Korschikoffii*, *Trachelomonas lacustris*

21.X.44.

Rys. 6. Wykresy obrazujące dobowe wędrówki kilku gatunków wiciowców.

Fig. 6. Diagrams illustrating migrations of several species of flagellates within 24 hours.

oraz *Phacochrysis compressa*, gatunki wędrujące w dzień ku górze a począwszy od popołudnia w kierunku odwrotnym. Wykresy na rysunku 6 ilustrują te stosunki dla pięciu gatunków.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę wszystkie gatunki wiciowców, jakie występowały w kałuży, jako jedną całość to okaże się, że począwszy od rana aż do wczesnego popołudnia przemieszczają się one ku górze, zaś od około godziny 15-ej ku dołowi — co widoczne jest z następującego zestawienia liczbowego (21. X. 44):

godz.—hour głęb. cm.—depth.	6	12	17
0	7.000	4.000	3.000
3	65.000	24 000	27.000
6	82.000	147.000	43.000
10	63.000	179.800	84.000

Jest rzeczą ciekawą, że większość gatunków, wędrujących w dzień ku górze, nie dochodzi całą masą osobników aż do powierzchni a zatrzymuje się na głębokości 3—6 cm; co więcej, dwa gatunki, mianowicie *Chlamydomonas* sp. i *Trachelomonas lacustris* schodzą nawet z warstw powierzchniowych do głębokości 6 cm, łącząc się w końcu z osobnikami dążącymi ku górze. Prawdopodobnie działa tu zbyt duża intensywność światła w powierzchniowych warstwach wody a optymalna jest właśnie na głębokości 6 cm. Podobne stosunki opisuje W e i m a n n (1933) dla większych zbiorników (głębokość 25 i 200 cm). W odmienny sposób zachowuje się *Phacochrysis compressa*. Wędruje on w ciągu przedpołudnia całą masą ku górze aż do samej powierzchni, po południu natomiast obserwujemy zstępowanie na dno (rys. 6).

Z powyższych danych, aczkolwiek bardzo fragmentarycznych wynika, że nawet w tak małym zbiorniczku wodnym, jakim jest kałuża, napotykamy na bardzo ciekawe stosunki termiczne i biologiczne, które zasługują na dalsze bardziej szczegółowe i gruntowne studia.

LITERATURA

1. B r a n d t A. v., 1936. Beitrag zur Hydrographie der Flachsruben von München-Gladbach. — Die Natur am Niederrhein. 12, p. 37—40.
2. B r a n d t A. v., 1937. Das thermische Kleingewässerjahr. — Bioklimatische Beibl. Jahrg. 1937. p. 32.

3. C z o s n o w s k i J., 1952. Nowy gatunek neustonowy: *Carteria neustophila* n. sp. (A new neustonic species — *Carteria neustophila* n. sp.). — Acta Soc. Bot. Pol. XXI. p. 329—333.
4. G i e y s z t o r M., 1934. Badania limnologiczne nad kilkoma drobnymi zbiornikami. (Limnologische Untersuchungen an einigen Kleingewässern) — Arch. Hydrobiol. i Rybactwa, VIII. p. 75.
5. W e i m a n n R., 1933. Hydrobiologische und hydrographische Untersuchungen an zwei teichartigen Gewässern. — Beih. Bot. Centralbl. Abt. II. 51. p. 397.

SUMMARY

Within a period of 14 days (8. X. — 22. X. 1944) hydrographical and biological observations were made of a small size puddle (surface about 2,5 m², depth 11 cm) which formed after heavy rain on the Antałówka hill in Zakopane in the voivodship of Cracow (fig. 1).

The extreme fluctuations of the capacity of the puddle gave an amplitude of 80 l (from 120 to 200 l), the capacity strongly increasing by jumps after every rainfall (fig. 2). Most interesting were the thermic conditions (fig. 3). They were examined in detail in the course of 41 hours and a number of observations were repeated at various times of the day. At noon we usually observe direct stratification corresponding with the summer period in a lake (the amplitude reaching 2°C between the surface and the bottom). Toward evening circulation takes place which causes the temperature to become equal from the surface to the bottom; it corresponds with the autumnal circulation in a lake. At night, there is a reverse stratification with an amplitude reaching to about 3°C, similar to lake stratification in winter. Finally, early in the morning another circulation takes place just as in a lake in spring. Thus the daily thermic cycle in a puddle, at any rate in autumn, corresponded with the annual lake cycle (cf. also G i e y s z t o r, 1934 and B r a n d t, 1937).

It was also noted that the temperature of the water of the puddle follows the temperature of the air, the surface layer reacting much quicker and stronger to changes in the temperature of the air than the bottom layers. When direct exposure to sunlight follows previous shading, the temperature of the surface of the water rises abruptly and very quickly whereas the bottom reacts very slowly (fig. 4). Generally speaking, the investigations showed a distinct thermic astaticism of the puddle.

The puddle was very soon populated by 28 species of plants (see table in the text, p. 321) in particular by phyto-flagellates (24

species). The density of the plankton was very considerable reaching in some instance a figure of about 180.000 organisms in 1 ml of water. There also developed a neuston consisting of *Carteria neustophila* Czosi., two species of iron bacteria of the genus *Leptothrix* and *Euglena proxima* Dang.

When examining the quantitative composition of the plankton on four levels of depth (0, 3, 6 and 10 cm) the author noted vertical migrations within 24 hours of many species of flagellates. Among them two categories may be discerned. The first, to which belong *Carteria multifilis*, *Euglena proxima* and *Glenodinium pulvisculus*, migrate during daytime toward the bottom, at night to the top. The second group includes the species *Chlamydomonas* sp., *Chlamydomonas Korschikoffii*, *Trachelomonas lacustris* and *Phacochrysis compressa*, which migrate upwards in the day and begin to take the opposite direction in the afternoon. The diagrams in fig. 6 illustrate these conditions in respect of five species (the figures denote the number of individuals in 1 ml of water).

Explanation of figures in the text.