

ZDZISŁAW KAJAK

PRÓBA INTERPRETACJI DYNAMIKI LICZEBNOŚCI FAUNY
BENTONICZNEJ W WYBRANYM ŚRODOWISKU ŁACHY WIŚLA-
NEJ „KONFEDERATKA”

Z Zakładu Ekologii PAN w Warszawie

- I. Wstęp
 1. Opis terenu
 2. Charakterystyka badanego środowiska
 3. Skład faunistyczny bentosu
 - II. Ogólna charakterystyka dynamiki liczebności i stosunków ilościowych fauny bentonicznej
 1. Metodyka bentosowa
 2. Charakterystyka dynamiki
 - III. Analiza poszczególnych aspektów dynamiki liczebności i charakteru występowania bentosu
 1. Dynamika i redukcja liczebności w stadium jaja i świeżo wylętych larw
 2. Dynamika wylotów imagines, ich udział w redukcji liczebności larw
 3. Skład wiekowy (wielkościowy) poszczególnych gatunków *Tendipedidae*
 4. Śmiertelność larw w warunkach naturalnych
 5. Skład pokarmu larw *Tendipedidae*
 6. Rozmieszczenie pionowe fauny bentonicznej w obrębie warstwy mułu
 7. Zróżnicowanie rozmieszczenia fauny bentonicznej w przestrzeni
 8. Wyżeranie fauny dennej przez ryby
 9. Wpływ zagęszczeń larw (*Tendipes plumosus*) na ich żywywalność i liczebność
 10. Zależność liczebności bentosu od przyborów i przepływów wody
 - IV. Dyskusja wyników; próba interpretacji przebiegu dynamiki i stosunków ilościowych
 - V. Podsumowanie
- Literatura
Streszczenie

I. WSTĘP

Prawa, rządzące liczebnością i dynamiką liczebności *Tendipedidae* w różnych okresach i środowiskach, ciągle jeszcze nie są wyjaśnione, mimo coraz żywszego i powszechniejszego zainteresowania tym zagadnieniem.

Celem mojej pracy było rozpracowanie powyższego problemu za pomocą szczegółowej analizy dynamiki bentosu. Starłem się przebadać wszystkie ważniejsze momenty zmian liczebności w zakresie biologii gatunku, oddziaływań środowiskowych, biocenotycznych i populacyjnych. Badałem więc składanie jaj, wylęgi larw, strukturę wiekową, wyżeranie ich przez drapieżniki, śmiertelność, charakter rozmieszczenia larw w środowisku itd. Uchwycenie powyższych zmian, umiejscowienie ich w czasie, pozwoliło:

1) uniknąć dowolności interpretacji, błędnego tłumaczenia samego charakteru zmiany liczebności populacji (np. spadku ilości larw wylotem imagines, gdy może on być spowodowany również szeregiem innych, wymienionych wyżej przyczyn);

2) poprzez szczegółową analizę okoliczności towarzyszących lepiej zinterpretować przyczyny tych zmian (np. ustalić, czy śmiertelność jest wynikiem deficytu tlenowego, zatrucia środowiska, szkodliwego przekształcania go przez inne gatunki itp.).

Wnioski o stanie środowiska, o zachodzących w nim zmianach oraz o jego oddziaływaniu na poszczególne gatunki oparto częściowo na danych bezpośrednich, częściowo zaś na analizie stanu i rozmieszczenia bentosu.

Badania przeprowadzono na terenie łąchy „Konfederatka” pod Wyszogrodem, w latach 1953—1956. Główne nasilenie pracy miało miejsce w 1954 i 1955 r. W 1956 r. przeprowadzono jedynie kontrolę prawidłowości dynamiki liczebności stwierdzonych w latach poprzednich. Teren pracy dobrano celowo niewielki i względnie jednolity (rozd. I, pkt 1), o dużej liczebności fauny bentonicznej, zakładając, iż momenty te ułatwią uchwycenie prawidłowości.

Główny obiekt pracy stanowiły *Tendipedidae* bentosowe a zwłaszcza ich gatunki dominujące: *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzi*.

Na początku pracy podaję opis dynamiki w cyklu rocznym oraz podobieństwa i różnice, zachodzące w poszczególnych latach. Rozdziały następne omawiają poszczególne aspekty dynamiki liczebności: kolejne etapy cyklu życiowego, rozmieszczenie fauny, różne momenty redukcji ilości bentosu. Rozdział ostatni, w oparciu o przeprowa-

dzoną analizę szczegółową oraz piśmiennictwo, stanowi próbę wyjaśnienia omówionego na wstępie charakteru dynamiki liczebności.

Aby uniknąć błędów, wynikających z ewentualnej względności metod, przy badaniu poszczególnych zagadnień starałem się stosować kilka różnych metod. Uważałem też za konieczne przeprowadzenie szeregu badań nad mało lub wcale nie opracowanymi stronami stosowanej metodyki. Z tych względów znaczną stosunkowo część niniejszej pracy będą stanowiły rozważania nad metodyką.

1. Opis terenu

Pracę prowadzono na jednym z odcinków łąchy wiślanej „Konfederatka” pod Wyszogrodem (na 582—584 kilometrze biegu Wisły). Łacha ta (fig. 1) powstała przed mniej więcej 25 laty, na miejscu głę-

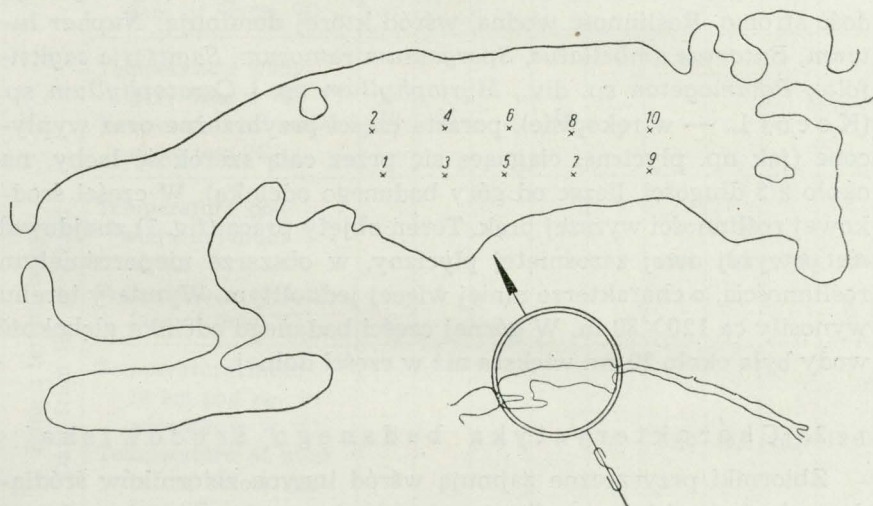


Fig. 1. Objęty pracą wycinek łąchy „Konfederatka”. Numerami oznaczono miejsca pobierania poszczególnych prób. U dołu — schematyczny plan całej łąchy

Section of „Konfederatka” pool included in investigations. Places where the respective samples were taken are marked with numbers. At bottom — schematic plan of the whole pool

bokiego (7—8 m) rękawa Wisły, wskutek sztucznego przegrodzenia go w czterech miejscach. W rezultacie, wskutek zapiaszczenia i zamulenia przez wody powodziowe, łącha uległa znacznemu spłyceciu i zmniejszeniu. Górne odcinki mają obecnie charakter płytkich zbior-

ników o głębokości nie przekraczającej 1,5 m, wahającej się najczęściej w granicach 1 m. Przy niskim stanie wody odcinki dzielą się na kilka izolowanych, nie łączących się ze sobą części. Przepływ wody przez łachę zachodzi tylko przy stanie wody powyżej 300 cm (wg wodowskazu w Wyszogrodzie).

Dno odcinków górnych jest piaszczyste, pokryte cienką, nie przekraczającą 2 cm grubości warstwą mułu. Dwa ostatnie (dolne) odcinki łachy są głębsze; ich głębokość średnia wynosi 1—1,5 m, dno jest muliste, o kilkudziesięciocentymetrowej warstwie mułu z niewielkimi domieszkami piasku. Pracę prowadzono na przedostatnim odcinku łachy. Odcinek ten, przy stanie wody poniżej 300 cm, odcięty jest całkowicie od Wisły i od reszty łachy. Jego brzegi porasta wiklina. Głębokość wynosi około 1 m, tylko w górnym, lewym rogu znajduje się niewielki głębozec, o głębokości około 4 m. Brzegi na ogół opadają dość stromo. Roślinność wodna, wśród której dominują: *Nuphar luteum*, *Butomus umbellatus*, *Sparganium ramosum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Potamogeton* sp. div., *Myriophyllum* sp. i *Ceratophyllum* sp. (K o c ó ł L. — w rękopisie), porasta części przybrzeżne oraz wypłycone (jak np. płyciznę, ciągnącą się przez całą szerokość łachy, na około 2/3 długości, licząc od góry badanego odcinka). W części środkowej roślinności wyższej brak. Teren objęty pracą (fig. 1) znajdował się powyżej owej zarośniętej płycizny, w obszarze nieporośniętym roślinnością, o charakterze mniej więcej jednolitym. Wymiary terenu wynosiły ca 120×30 m. W górnej części badanego odcinka głębokość wody była około 20 cm większa niż w części dolnej.

2. Charakterystyka badanego środowiska

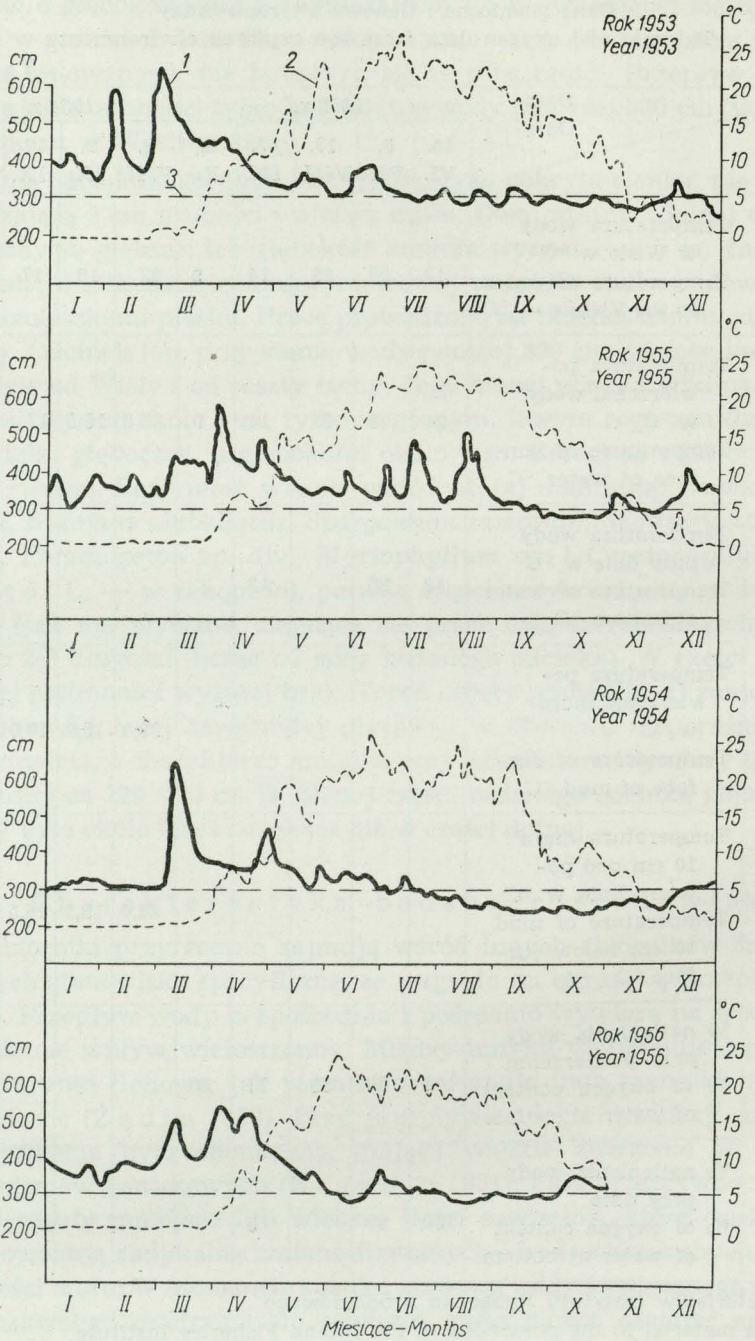
Zbiorniki przyrzeczne zajmują wśród innych zbiorników śródlądowych stanowisko specyficzne, ze względu na okresową przepływowość. Przepływ wody bezpośrednio i pośrednio wywiera na środowisko denne wpływ wielostronny. Między innymi wyrównuje i polepsza warunki tlenowe, jak również wyrównuje inne czynniki hydrochemiczne (Ż a d i n 1950). Przy przepływie ulega likwidacji mikrostratyfikacja hydrochemiczna, mająca wielkie znaczenie w życiu organizmów bentosowych (B r u n d i n 1951). Fala przepływowa niesie z reguły mniejsze lub większe ilości zawiesiny, które osadzając się powodują radykalną zmianę fizycznych i hydrochemicznych właściwości mułu. W momencie spadku poziomu wody i związanego z nim intensywnego osadzania się zawiesin może nawet nastąpić spadek

Dane termiczne i tlenowe z terenu pracy
 Thermal and oxygen data from the explored environment

Tab. I

		Data Date		1952 r.*					1954 r.			
				14. VI.	5. VII.	19. VIII.	12. IX.	9. X.	9. VIII.	2. IX.	17. IX.	23. IX.
Temperatura wody w Wiśle w °C Temperature of water in the Vistula — °C		17	25	23	14	9	23	18	17	13		
Dane z terenu łaczy Data from the pool area	Temperatura po- wierzchni wody w °C Temperature of sur- face of water °C	24	28	22	14	9	23,8	15,8	17	12,8		
	Temperatura wody przy dnie w °C Temperature of water at bottom °C	18	26		13							
	Temperatura po- wierzchni mułu w °C Temperature of sur- face of mud °C						22,4	15,2	17,0	12,8		
	Temperatura mułu 10 cm pod po- wierzchnią w °C Temperature of mud 10 cm below sur- face °C						22,0	15,2	16,5	12,6		
	% natlenienia wody przy powierzchni % of oxygen content of water at surface	168	60	55	71	90						
	% natlenienia wody przy dnie % of oxygen content of water at bottom	130	80		65							

* z materiałów Instytutu Rybactwa Śródlądowego
 from material in the possession of the Inland Fisheries Institute



ilości tlenu, wywołany zarówno bezpośrednim jego pochłanianiem przez zawiesiny, jak i wzmożoną aktywnością mikroorganizmów (Ż a d i n 1950).

Dla fauny bentonicznej wielkie znaczenie ma nie tylko przepływ i jego wielkość, ale także okres, w jakim zachodzi, a to dlatego, że wszelkie oddziaływanie (w tym wypadku bezpośrednio i pośrednie skutki przepływu) wpływa w sposób różnorodny na poszczególne gatunki i stadia wiekowe tego samego gatunku, jak również na poszczególne układy biocenotyczne, które w środowisku dennym bywają bardzo skomplikowane.

Na badanym terenie charakter przepływu był w poszczególnych latach bardzo różny (fig. 2). Jeśli nawet pominąć okres wiosenny, szczególnie wczesnowiosenny (marzec—kwiecień), zawsze cechujący się dużą zmiennością stanów wody, okresy późnej wiosny i lata również nie są pod tym względem jednakowe. W 1953 r., po dość silnym przepływie w czerwcu, mają miejsce jeszcze 3 niewielkie przepływy w mniej więcej równych odstępach czasu; w 1954 r., po okresie słabego przepływu w czerwcu i lipcu, następuje okres zupełnego braku przepływu i odcięcia się zbiornika; w 1955 r., przez czerwiec i większą część lata aż do pierwszych dni września, zachodzą okresowe silne przepływy; w 1956 r. sytuacja jest pod wieloma względami podobna do 1954 r.: w ciągu czerwca i lipca ma miejsce niewielki przepływ, od końca lipca do końca września łacha jest zbiornikiem stojącym.

W okresie bezprzepływowym warunki tlenowe na terenie badanego środowiska pogarszają się, nigdy jednak nie dochodzi do znaczniejszych deficytów tlenowych (tab. I). Warto podkreślić, że nigdy nie zauważono sterczących nad powierzchnię mułu rurek *Tendipes plumosus*, charakterystycznych dla złych warunków tlenowych. Jednym z głównych dominantów w bentosie jest *Limnodrillus hoffmeisteri*, nie znoszący deficytów tlenowych (Ż a d i n 1950). Ubytki tlenowe w okresie stagnacji letniej są więc niewielkie. Najniższe stwierdzone natlenienie wody przy dnie wynosiło 65%. Taki obraz sytuacji tlenowej pokrywa się z danymi z piśmiennictwa, omawiającego podobne zbiorniki (A m m o s o w a 1949; Ż a d i n 1950; L e l l a k 1953).

Fig. 2. Zmiany stanu i temperatury wody

1 — Poziom wody w Wiśle wg wodowskazu w Wyszogrodzie. 2 — Temperatura wody w Wiśle. 3 — Poziom wody, przy którym następuje przerwanie przepływu przez łachę

Changes in the level and temperature of the water

1 — Water level of Vistula according to water-gauge at Wyszogród. 2 — Temperature of water of Vistula. 3 — Water level at which flow through the pool ceases

Natomiast zimą całkowity zanik tlenu w środowiskach tego typu nie należy do rzadkości.

Przy stosunkowo nieznacznie większych głębokościach, bo np. 1,5—2 m, budżet tlenowy w lecie jest znacznie gorszy; dochodzi do całkowitych deficytów. Również w strefie zarośniętej roślinnością wodną, nawet na małych głębokościach, gospodarka tlenowa jest niekorzystna.

Temperatura wody przy dnie i temperatura osadów dennych¹ wykazuje przebieg równoległy (oczywiście z odchyleniami) do temperatur powierzchniowej warstwy wody w łasze (to samo stwierdzono w innych, analogicznych zbiornikach) (A m m o s o w a 1949; L e l l a k 1953), różnice wynoszą zaledwie 1—3°C, oraz do wody w Wiśle (tab. I). Wobec tego w dalszym ciągu pracy będą się opierał na danych termicznych PIHM (fig. 2), jako dostatecznie charakteryzujących roczny przebieg temperatury w łasze.

Różnice temperatury, zachodzące w obrębie warstwy mułu zasiedlonej przez bentos, były nieznaczne, wyrażały się dziesiątymi częściami stopnia.

pH wody, badane orientacyjnie w 1956 r., wykazuje dużą stałość w ciągu roku (7—7,5), zgodnie z bardziej szczegółowymi danymi z analogicznych środowisk; pH mułu jest jeszcze bardziej stałe (L e l l a k 1953).

W badanym środowisku muł dzielił się wyraźnie na dwie warstwy: warstwa głębsza, o barwie od ciemnoszarej do czarnej, była bardzo gęsta i nie rozpadała się po wyrzuceniu z aparatu rurowego; warstwa powierzchniowa, jaśniejsza, miała grubość kilku centymetrów i konsystencję luźną. Jak wiadomo, muł w zbiornikach przyrzecznych ma charakter mieszany: auto- i allochtoniczny (Wisła w okolicach Wyszogrodu obfituje jeszcze w szczątki z warszawskich ścieków). Procent grubszego detritusu był w mule bardzo niski. Jak już wspomniano, następstwem przyboru jest osadzanie się świeżej warstwy luźnego mułu, natomiast nigdy nie stwierdzono rozmywania mułu w tym środowisku. W związku z tym oraz na skutek bogatej produkcji własnej łąchy (dane o bentosie patrz dalej, dane o fito- i zooplanktonie — prace E. G r y g i e r e k i I. S p o d n i e w s k i e j), osady denne zawsze

¹ Temperatura mułu mierzona była termometrem fizycznym w próbie, pobranej aparatem Ekmana, natychmiast po wyjęciu go z wody. Wobec dużej bezwładności cieplnej mułu i płytkości zbiornika sposób ten był wystarczająco dokładny.

obfitują w substancje odżywcze. Ponieważ zaś muł nie ulega rozmywaniu, należy przypuszczać, że procent substancji organicznej również nie ulega poważniejszym zmianom w poszczególnych latach.

Wiosną 1953 r., w następstwie wysokiej fali powodziowej i powstania zatoru lodowego nieco poniżej łachy, została naniesiona 1—2 cm warstwa piasku, który wkrótce uległ przemieszczeniu w głąb, (do leżących pod nim warstw mułu) oraz przykryciu świeżym osadem mułu.

3. Skład faunistyczny bentosu

W faunie bentosowej badanego środowiska dominowały *Oligochaeta* i *Tendipedidae*; stosunkowo nielicznie występowały *Mollusca* i *Heleidae*, zupełnie sporadycznie *Chaoborus crystallinus* Deg. i *Mermithidae* (Nematoda).

Tendipedidae

Formy dominujące:

Tendipes plumosus L.

Pelopia kraatzi Kieff.

Formy występujące często, okresowo licznie:

Cryptochironomus defectus Kieff.

Cryptochironomus conjugens Kieff.

Polypedilum nubeculosum Mg.

Procladius Skuze

Pelopia punctipennis Mg.

Formy spotykane sporadycznie:

Tanytarsus gregarius Kieff.

Tanytarsus mancus v. d. Wulp.

Tanytarsus lauterborni Kieff.

Cryptochironomus viridulus F.

Cryptochironomus fuscimanus Kieff.

Cryptochironomus pararostratus Lenz.

Glyptotendipes gripekoveni Kieff.

Limnochironomus nervosus Staeg.

Einfeldia carbonaria Mg.

Tendipes thummi Kieff.

Endochironomus tendens F.

Polypedilum breviantennatum Tshern.

Stictochironomus histrio Fabr.

Paratendipes albimanus Mg.

Cricotopus silvestris F.

Cricotopus latidentatus T s h e r n.

(Formy, występujące sporadycznie, dla danego środowiska były przypadkowe, pochodzące z roślinności przybrzeżnej, bądź podczas przyboru wody zawleczone z innych środowisk).

Heleidae

Występował jedynie *Sphaeromias* sp.

Oligochaeta

W toku niniejszej pracy nie były oznaczane we wszystkich próbach. Jednakże na podstawie szczegółowych oznaczeń w 1952 r., jak również oznaczeń kilku prób w 1954 i 1955 r. można stwierdzić, że w badanym środowisku występowały wyłącznie *Tubificidae*, przy czym zdecydowanym dominantem (przeciętnie 70—80%) był *Limnodrillus hoffmeisteri* C l a p. Można więc ze stosunkowo niewielkim błędem przyjąć, że w danym przypadku wahania ilości *Oligochaeta* praktycznie odpowiadają wahaniom ilości tego jednego gatunku.

Mollusca

Jak już wspominałem, *Mollusca* na terenie analizowanym występowały nielicznie. Z *Lamellibranchiata* najczęściej było spotykane *Pisidium* sp. sp., rzadziej *Sphaerium corneum* L. Łącznie *Pisidium* i *Sphaerium* występowały w ilości nie przekraczającej 20 osobników na 0,1 m² jednak na ogół było ich znacznie mniej, przeciętnie 5 osobników na 0,1 m². *Gastropoda* spotykano przeciętnie 3—5 osobników na 0,1 m², dominowała *Valvata piscinalis* M ü l l e r.

Zupełnie sporadycznie spotykano *Unio tumidus* R e t i u s, *Unio pictorum* L. oraz *Viviparus fasciatus* M ü l l e r.

II. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA DYNAMIKI LICZEBNOŚCI I STOSUNKÓW IŁOŚCIOWYCH FAUNY BENTONICZNEJ

1. Metodyka bentosowa

Przy połowach ilościowych bentosu posługiwano się:

a) zmodyfikowanym chwytaczem rurowym typu Szczepańskiego,

b) rurowym chwytaczem pneumatycznym typu Ułomskiego (Ułomski 1952),

c) chwytaczem Ekmana.

Powierzchnia przekroju każdego z aparatów rurowych wynosiła 10 cm². Wysokość chwytacza Szczepańskiego wynosiła 20 cm, chwytacza Ułomskiego 30 cm; górny otwór zamknięty był siatką o wymiarach oczka 0,5 × 0,5 mm, co zabezpieczało przed utratą fauny w razie zbyt głębokiego zanurzenia aparatu rurowego w muł oraz chroniło przed wymywaniem mułu przy wyciąganiu aparatu na powierzchnię. Oba aparaty dawały analogiczne wyniki połowów. Stanowiły one (częściej chwytacz typu Szczepańskiego) podstawowe narzędzia do pobierania prób bentosowych. Pobierano nimi przeważnie serię składającą się z 10 prób, branych w okresie letnim co 5—10 dni (lipiec—wrzesień), a w pozostałych porach roku przeciętnie co miesiąc (wiosną 1955 r. próby pobierano częściej). Próby były rozmieszczone zawsze w sposób jednakowy (fig. 1).

W 1954 r., poza seriami podstawowymi, pobierano również serie prób powierzchniowych oraz dzielonych na warstwy, celem zbadania pionowego rozmieszczenia bentosu.

Chwytacz Ekmana, o wymiarach 15 × 15 × 15 cm (powierzchnia przekroju 225 cm²), również zakryty był u góry siatką, taką samą jak aparaty rurowe.

Wszystkie stosowane chwytacze dna sięgały w muł głębiej, niż stwierdzona dolna granica występowania bentosu (rozd. III, pkt 6). Zapewniało to uchwycenie całej fauny. Aparatem Ekmana pobierano próby rzadziej, niż aparatami rurowymi (serie wahały się w granicach od dwóch do kilkudziesięciu prób). Służyły one raczej do kontroli podstawowych serii, pobieranych aparatami rurowymi.

Próby, pobrane aparatami rurowymi, płukano z reguły (począwszy od 29.VII.1953 r.) na sicie z gazy młynarskiej, o wymiarach oczka 0,25 × 0,25 mm; chodziło o uchwycenie młodocianych stadiów zwierząt bentonicznych. Sito metalowe o oczkach 0,5 × 0,5 mm, stosowano tylko dla celów porównawczych. Natomiast próby pobrane chwytaczem Ekmana płukano najczęściej na sicie metalowym o oczkach 0,5 × 0,5 mm. Pewną ilość prób płukano na sicie o wymiarach oczek 2 × 2 mm, uwzględniając w nich jedynie *Tendipes plumosus* (w okresach, kiedy praktycznie nie występowały stadia młodociane, z łatwością przechodzące przez otwory tej wielkości). Metoda ta umo-

zliwiła szybkie pobieranie dużej ilości prób odnośnie *Tendipes plumosus*, przy czym ilości tego gatunku były zgodne z ilościami, uzyskwanymi przy użyciu gęściejszych sit. Ogółem pobrano:

Rok	Ilości prób	
	Chwytnacz rurowy	Aparat Ekmana
1953	180	56
1954	300	35
1955	150	17
1956	—	34

Poza tym pobrano pewną ilość prób w środowiskach sąsiadujących, celem uzyskania potrzebnych danych uzupełniających. Materiał serii podstawowych (nie licząc prób, pobranych chwytnaczem Ekmana) zawierał około 2200 osobników *Tendipedidae*, zaś materiał z serii pobranych chwytnaczem Ekmana — około 10 000 *Tendipes plumosus*.

Ponieważ w pracy sprawą podstawową jest wiarygodność materiału, jego reprezentatywność dla ilości i stosunków, istniejących w danym środowisku oraz zdawanie sobie sprawy ze słabych stron stosowanej metodyki uważałem za konieczne, wobec bardzo słabego rozpracowania w piśmiennictwie, bliżej przeanalizować te rzeczy.

Wielkość próby i wielkość serii

Jak wspomniano wyżej, podstawowe serie składały się z 10 prób, każda o powierzchni 10 cm². Porównanie danych z tych serii, odnośnie *Tendipes plumosus*, z analogicznymi danymi z serii chwytnacza Ekmana oraz dużej serii chwytnacza rurowego, wykazuje zadowalającą zgodność (tab. II).

Dla ostatecznego upewnienia się o reprezentatywności materiału podzielono normalne serie 10-o próbne na 2 grupy po 5 prób każda, w ten sposób, że do jednej grupy zaliczano próby nr 1, 3, 5, 7, 9, do drugiej — 2, 4, 6, 8, 10, aby uniezależnić się od ewentualnego zróżnicowania terenowego. Bardzo duża zgodność przebiegu wykresów (fig. 3a, b, c) wykazuje, że nawet serie po 5 prób, odpowiednio rozmieszczone w badanym środowisku, na ogół dobrze orientują w liczebności fauny. Przytoczone dane świadczą w pełni, że w środowisku objętym niniejszą pracą (stosunkowo niewielki teren i względna jed-

Porównanie średnich ilości larw *Tendipes plumosus* uzyskanych przy pomocy chwytacza Ekmana i chwytacza rurowego
 Comparison of average amount of *Tendipes plumosus* larvae caught by means of the Ekman-Birge, and tubular samplers

Tab. II

Data Date	Średnia ilość osobników na 10 cm ² Average number of individuals per 10 cm ²		Ilość prób Number of samples	Typ chwytacza dna Type of bottom sampler
	Chwytacz rurowy Tubular sampler	Chwytacz typu Ekmana- Birge'a Ekman- Birge sampler		
10—26.IX.53	*1,2 **1,4	1,2	*10 *48 **50	rurowy (tubular) Ekman-Birge rurowy (tubular)
21.XI.53	0,8	1,0	10 10	rurowy (tubular) Ekman-Birge
11.I.54	1,0	1,0	10 2	rurowy (tubular) Ekman-Birge
5—18.III.54	1,4	1,4	20 2	rurowy (tubular) Ekman-Birge
17.V.54	1,0	1,1	10 1	rurowy (tubular) Ekman-Birge
17.VIII.54	3,8	3,7	20 17	rurowy (tubular) Ekman-Birge
17—23.IX.54	2,7	3,0	10 13	rurowy (tubular) Ekman-Birge

Liczebności średniej oznaczonej * odpowiada ilość prób oznaczona *, liczebności średniej oznaczonej ** — ilość prób oznaczona **.

Number of samples marked * corresponds with average number of individuals marked *, number of samples marked ** — with average number of individuals marked **.

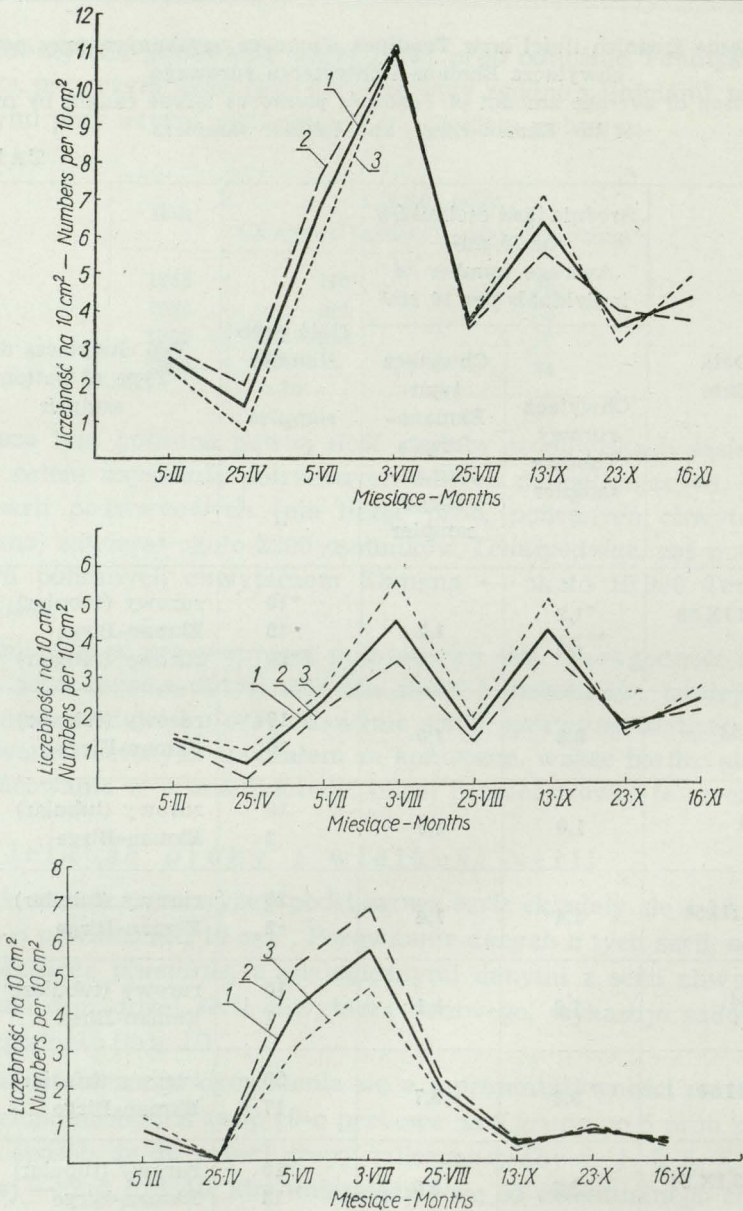


Fig. 3. Wahania ilości organizmów w seriach po 5 i 10 prób
 a — *Tendipedidae*, b — *Tendipes plumosus*, c — *Pelopia kraatzii*

1 — Średnia ilość w serii 10 prób (nr 1—10). 2 — Średnia ilość w serii 5 prób (nr 1, 3, 5, 7, 9).
 3 — Średnia ilość w serii 5 prób (nr 2, 4, 6, 8, 10)

Fluctuations in number of *Tendipedidae* in series of 5 and 10 samples each
 1 — Average number in series of 10 samples (No 1—10). 2 — Average number in series of 5 samples (No 1, 3, 5, 7, 9). 3 — Average number in series of 5 samples (No 2, 4, 6, 8, 10)

nolitość), seria 10 prób, każda o powierzchni 10 cm², dostarcza materiału całkowicie wiarygodnego.

Największe nasilenie pracy miało miejsce w 1954 r.¹, następnie w 1955 r., toteż materiały z tych dwóch lat stanowią podstawę interpretacji dynamiki liczebności. Materiały bentosowe z 1953 r. będą interpretowane tylko ogólnie, ze względu na częściowo wadliwe działanie aparatu w tym okresie. Z tego też względu dla 1953 r. podaje się tylko ogólny przebieg dynamiki dwóch form dominujących.

Wykresy z 1955 r. opierają się na jednym, zasadniczym typie prób. Stosunkowo większą nieregularność dynamiki w tym roku należy przypisać dużej zmienności warunków (częste i silne przepływy).

Wykres z 1956 r. dotyczy tylko *Tendipes plumosus* i opiera się na próbach, pobieranych chwytaczem Ekmana.

2. Charakterystyka dynamiki (fig. 4—7)

Spośród *Tendipedidae* bentosowych w omawianym środowisku zdecydowanie dominuje *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzi*. Tylko niekiedy i to przez krótki czas dominację zdobywają inne gatunki, zwłaszcza *Cryptochironomus defectus* i *Polypedilum nubeculosum* oraz *Cryptochironomus conjugens* i *Procladius*. W 1954 r. wysoka liczebność tych gatunków ma miejsce jedynie wiosną i jesienią, w 1955 r. także i latem. Występowanie tych „drugorzędnych dominantów” przypada więc w okresach, gdy panuje większa zmienność warunków (głównie przepływy) i niższa liczebność dwóch zasadniczych dominantów.

W ilości znacznie większej niż *Tendipedidae* występowały *Oligochaeta* (do 110 000 os/1m²), które jednak (podobnie jak *Heleidae*)

¹ Wykresy dynamiki liczebności w 1954 r. wykreślono na podstawie kilku rodzajów prób (rozdz. III, pkt 6). Obliczanie ilości średnich z prób powierzchniowych i całkowitych łącznie nie miałyby sensu, gdyż istnieją między nimi prawidłowe różnice — w próbach powierzchniowych lub warstwie powierzchniowej prób dzielonych na warstwy, ilości organizmów o małych wymiarach (zdolnych do przejścia przez oczka sita) bywają większe, w efekcie krótszego czasu płukania (natomiast brak w nich pewnej ilości organizmów, występujących w głębszych warstwach mułu). Wobec tego liczebność larw obliczoną z prób całkowitych poprawiano na podstawie prób powierzchniowych, uzyskując w ten sposób wyniki porównywalne z wynikami prób dzielonych na warstwy. W przypadkach zbliżonych wyników z kilku rodzajów prób (w tym pobieranych chwytaczem Ekmana) obliczono ilości średnie na podstawie całości materiału.

nie stanowiły przedmiotu szczegółowszego badania (płodność, śmiertelność itp.), toteż za trudno byłoby kusić się o interpretację dynamiki ich liczebności. Około 90% *Oligochaeta* stanowiły z reguły formy młode, o długości nie przekraczającej 1 cm.

W 1954 r. największą liczebność *Oligochaeta* stwierdzono w lecie, w 1955 r. zaś na wiosnę. W 1954 r. zarówno maksimum (110 000 os./1m²) jak i przeciętny poziom liczebności (około 70 000 os./1m²) wyższy jest niż w 1955 r. (maksimum 80 000, przeciętnie 45 000 os./1m²). W 1955 r. przebieg dynamiki jest bardzo nieprawidłowy, mają miejsce liczne wzrosty i spadki ilości.

Łączna ilość *Tendipedidae* w ciągu roku zmienia się w sposób następujący: na wiosnę poziom jest dość wysoki (4000—6000 os./1m²), wyższy niż zimą (fig. 5), dzięki wzrostowi liczebności *Pelopia kraatzi* oraz kilku innych gatunków. W pierwszej połowie czerwca liczebność spada do prawie 1500—2000 os./1m², co wywołane jest spadkiem

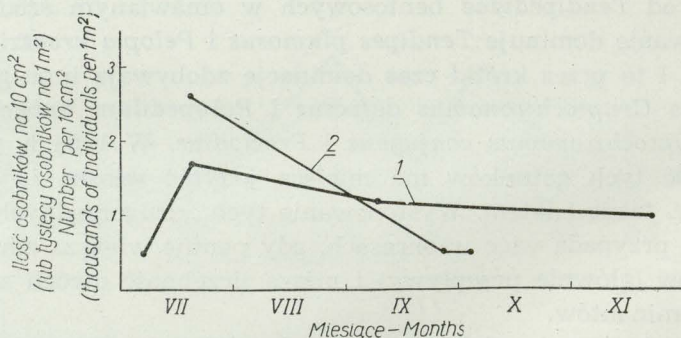


Fig. 4. Liczebność dominujących gatunków *Tendipedidae*, 1953 r.

1 — *Tendipes plumosus*. 2 — *Pelopia kraatzi*

Numbers of dominating species of *Tendipedidae*, 1953

1 — *Tendipes plumosus*. 2 — *Pelopia kraatzi*

liczebności głównych dominantów oraz innych gatunków, licznie występujących w okresie wiosennym. W pierwszej połowie lipca ma miejsce gwałtowny wzrost liczebności (osiąga liczbę 6000 os./1m² w 1955 r., 12 000 os./1m² w 1954 r.), wywołany przez główne dominanty, a w 1955 r. w znacznym stopniu również przez inne gatunki, przede wszystkim przez *Polypedilum nubeculosum* i *Procladius*.

Po osiągnięciu maksimum lipcowego zachodzi systematyczny spadek liczebności.

Z przebiegiem dynamiki sumarycznej ilości *Tendipedidae* pokry-

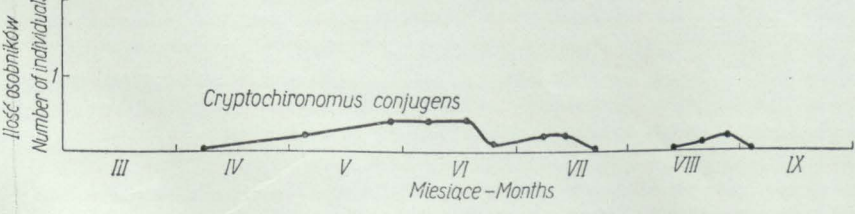
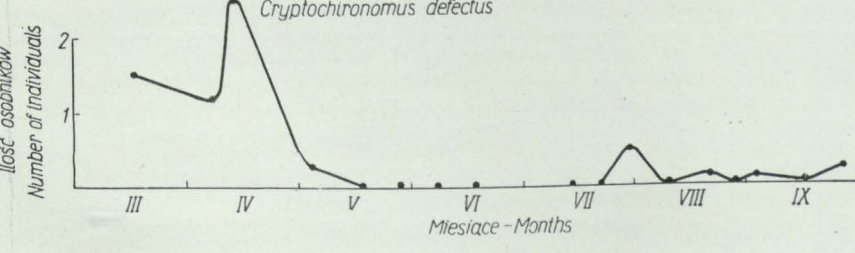
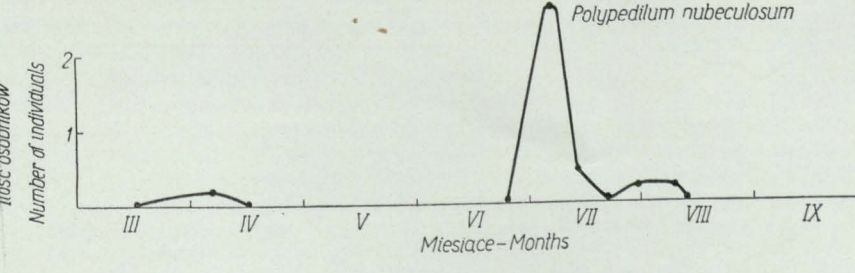
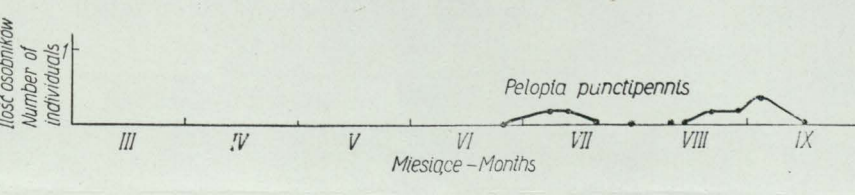
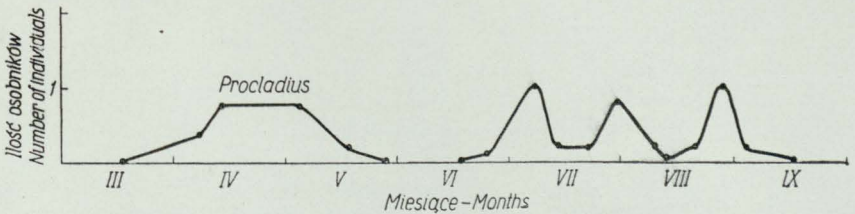
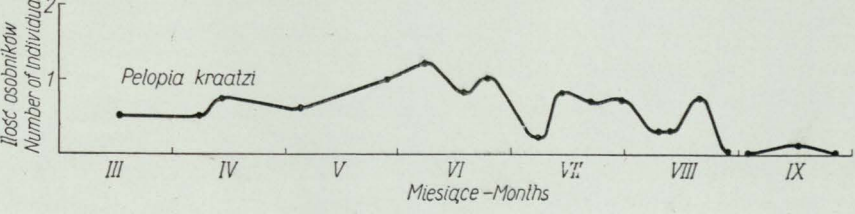
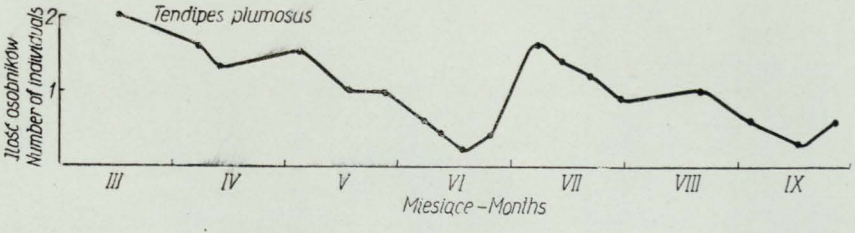
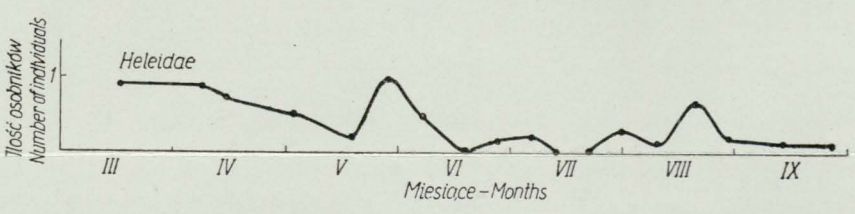
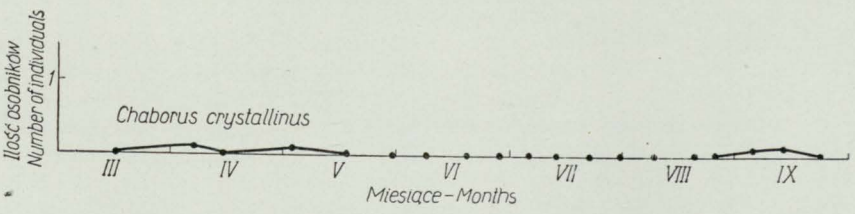
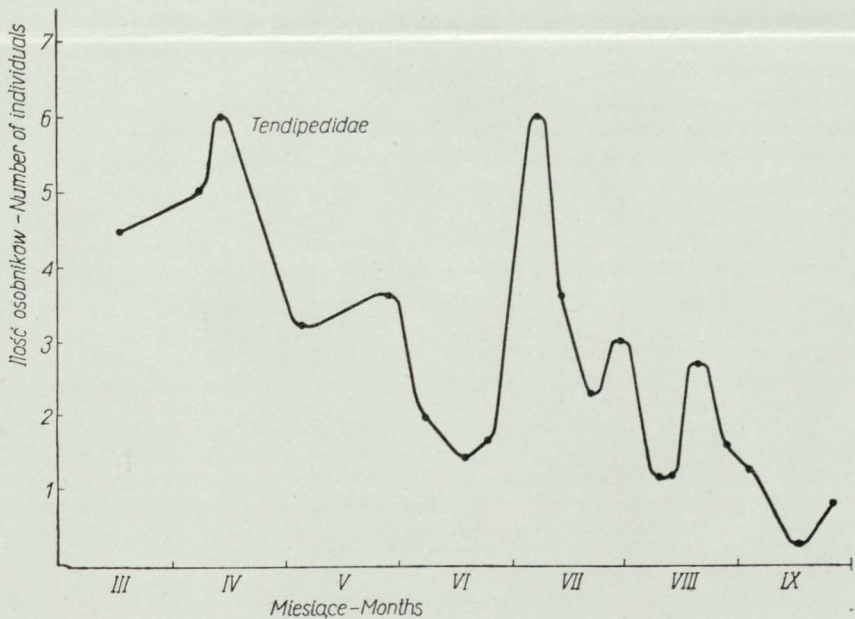
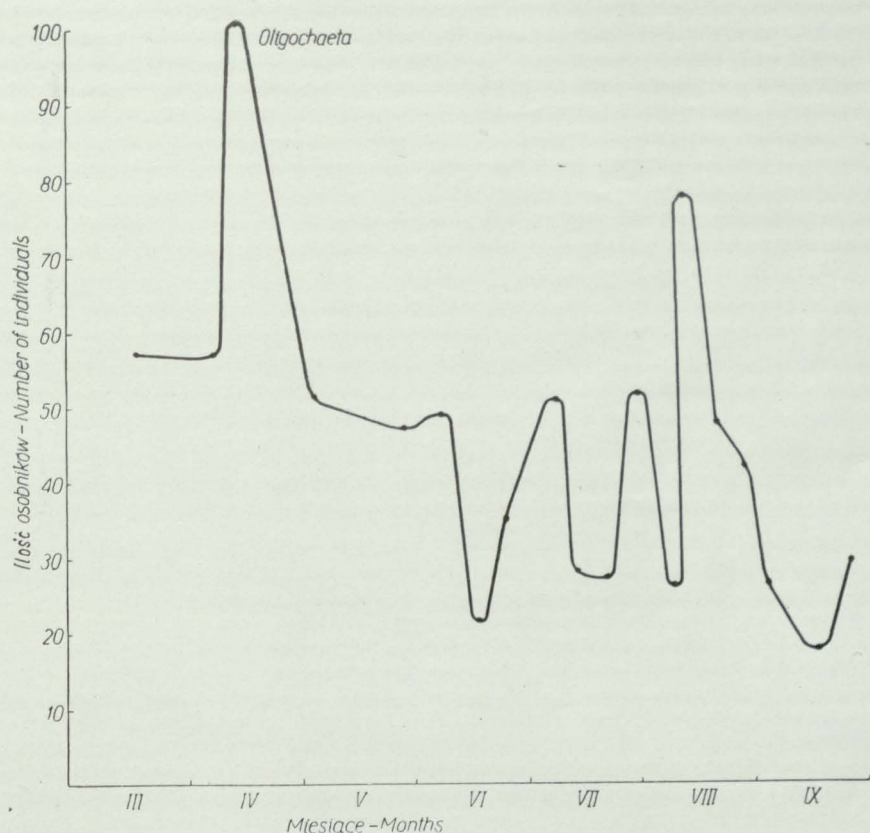


Fig. 6. Przebieg zmian ilości fauny bentonicznej, 1955 r.
Course of changes in numbers of benthonic fauna, 1955

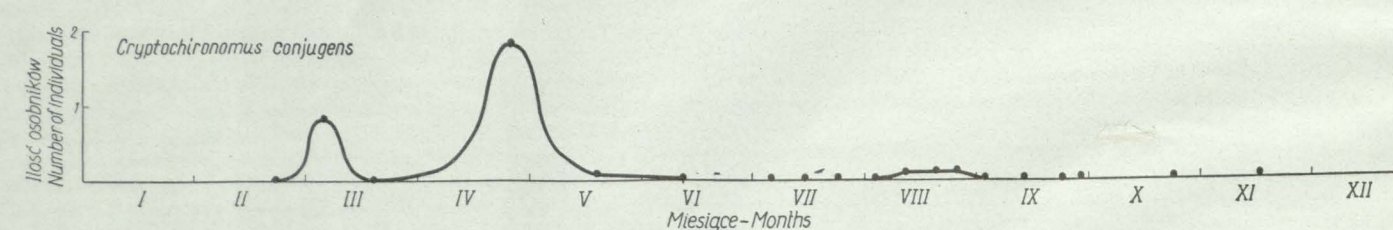
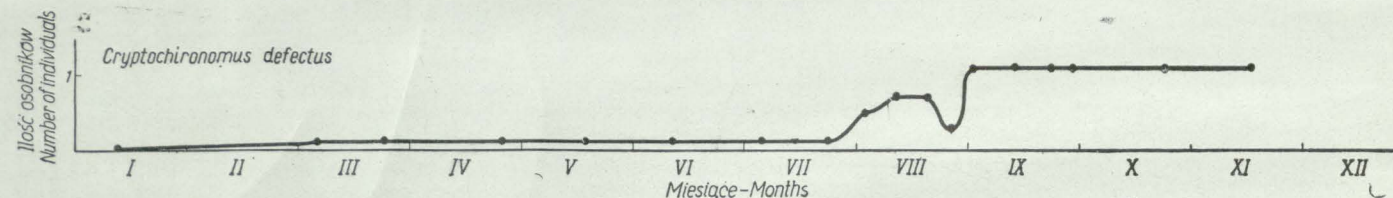
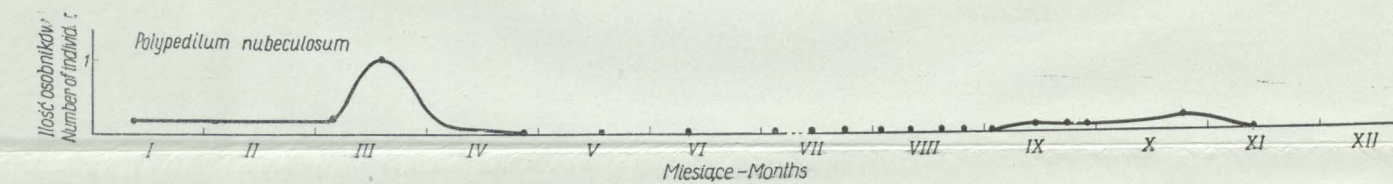
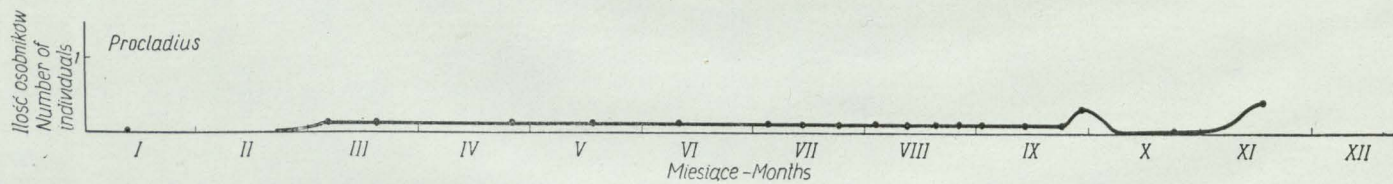
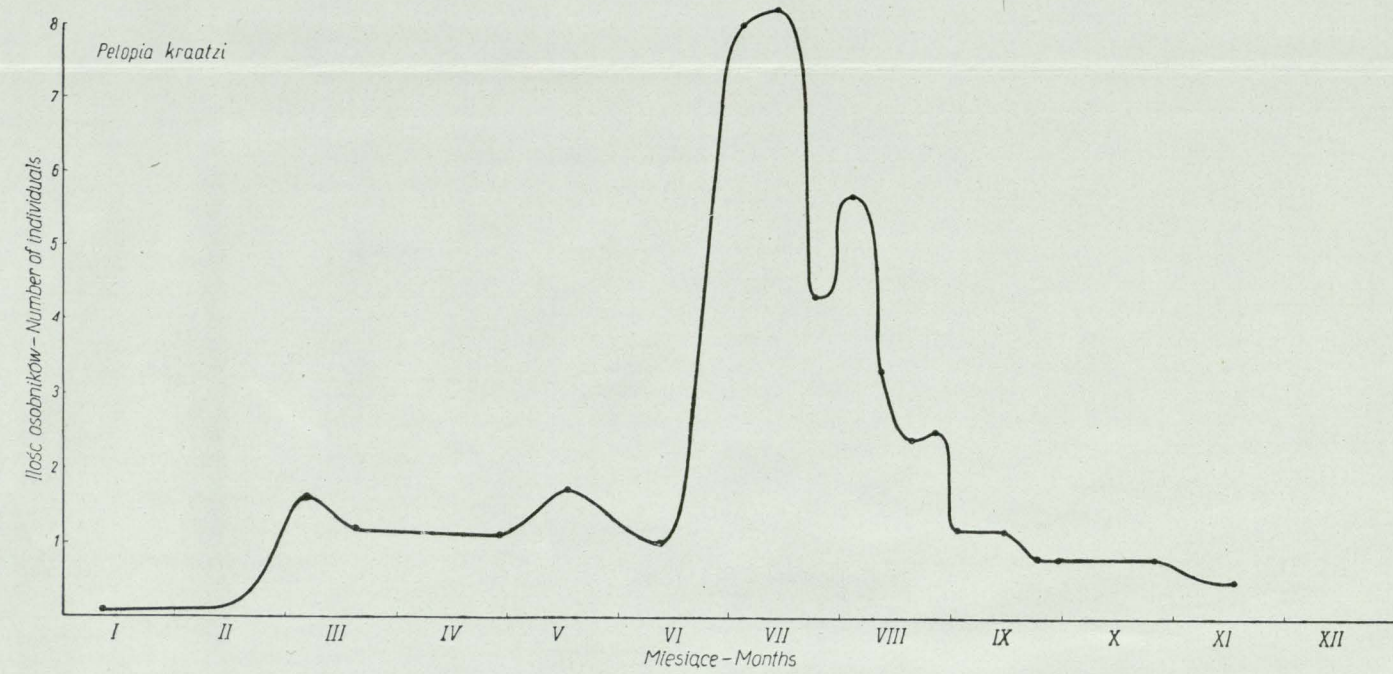
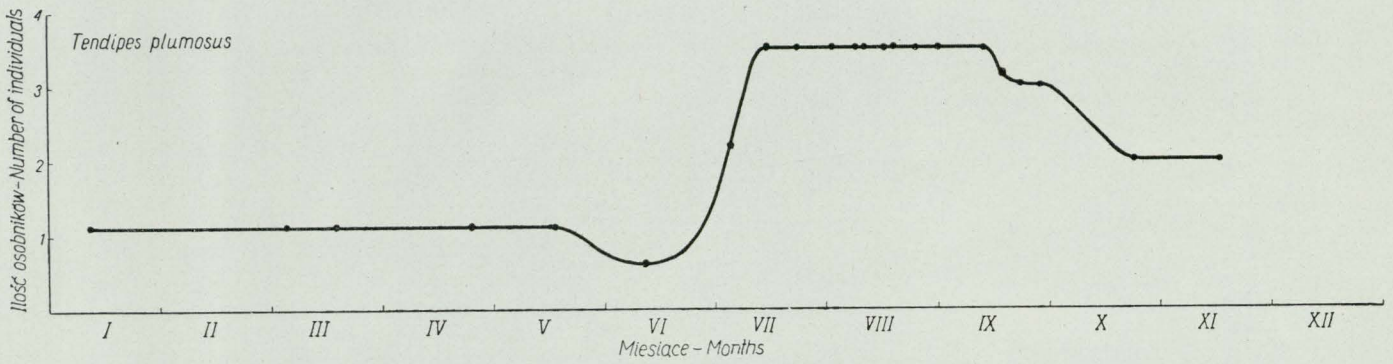
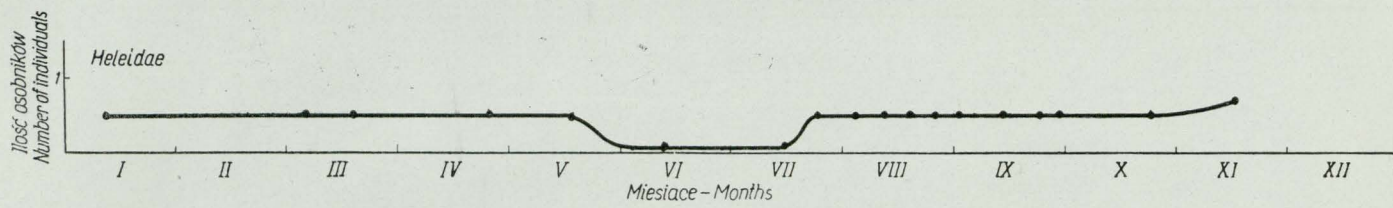
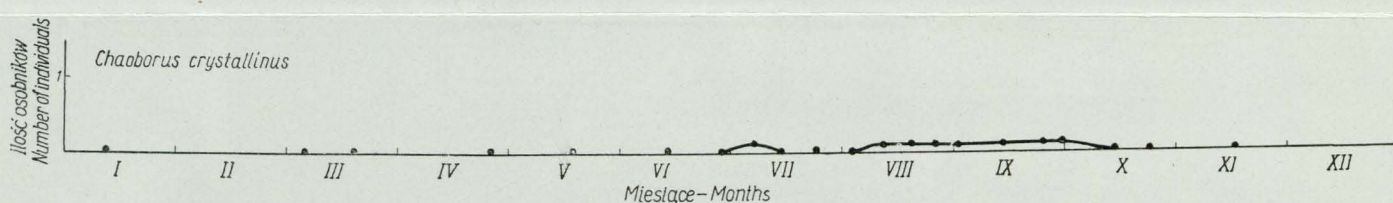
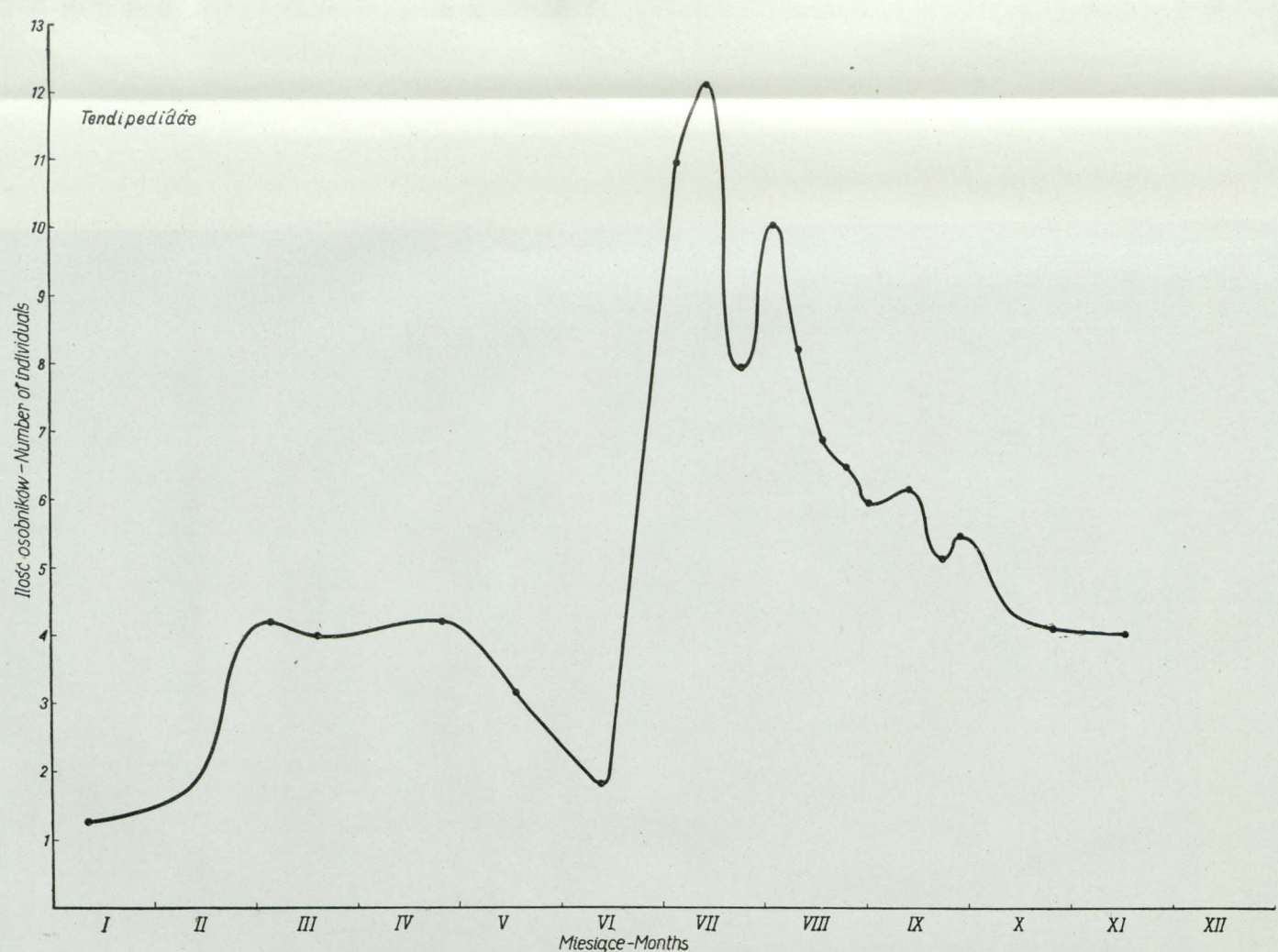
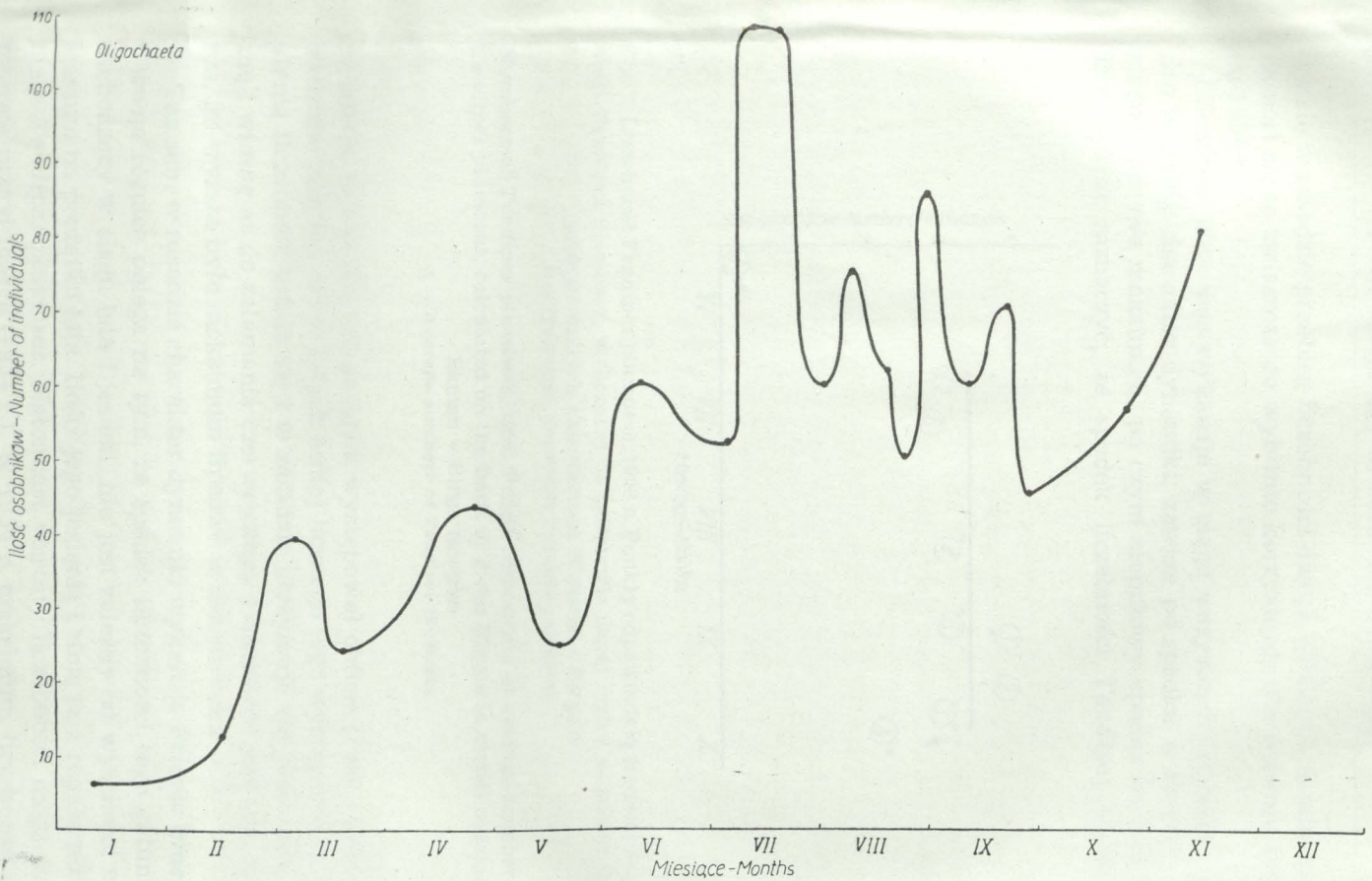


Fig. 5. Przebieg zmian ilości fauny bentonicznej, 1954 r. Course of changes in numbers of benthonic fauna, 1954

wa się w zasadzie przebieg liczebności dwóch głównych dominantów. Odnosi się to zwłaszcza do wybitnie korzystnego dla rozwoju bento-su 1954 r.

Tendipes plumosus wykazuje w ciągu wszystkich lat badań bardzo jednolity charakter dynamiki; zawsze po spadku w czerwcu następuje lipcowe maksimum, po czym stopniowy spadek ku końcowi lata. Warto zaznaczyć, że spadek liczebności *Tendipes plumosus*

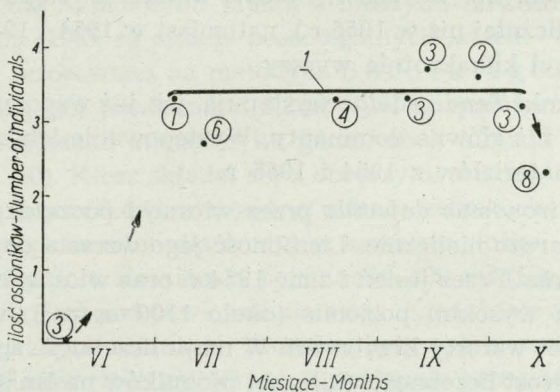


Fig. 7. Liczebność *Tendipes plumosus*, 1956 r. Punkty odpowiadają średniej liczebności *Tendipes plumosus*, wyliczonej na podstawie danej (cyfra w kółku) ilości prób pobranych chwytaczem Ekmana - Birge'a

1 — Przeciętna liczebność *Tendipes plumosus*

Numbers of *Tendipes plumosus*, 1956. Points correspond to average numbers of *Tendipes plumosus*, calculated on the basis of given (figure in circle) number of Ekman - Birge samples

1 — Average numbers of *Tendipes plumosus*

w latach, w których ten gatunek występował obficie (1954 i 1956 r.), zachodzi później, niż w latach mniej liczego jego występowania. Jesienią liczebność ustala się i w zasadzie utrzymuje się przez całą zimę i wiosnę aż do załamania czerwcowego. Liczebność jest tym wyższa, im wyższe było maksimum lipcowe w danym roku.

Ten sam w zasadzie charakter dynamiki wykazuje *Pelopia kraatzii*. Główna różnica polega na tym, że spadek liczebności tego gatunku, zachodzący w ciągu lata i jesieni, nie jest zależny od wysokości maksimum na początku lata. Ilości jego jesienią i zimą są z reguły niższe niż u *Tendipes plumosus*. Natomiast wzrosty liczebności mogą mieć miejsce już od marca (1954 r.). W 1954 r. maksimum liczebności ma

miejsce na początku lipca, podobnie jak i u *Tendipes plumosus*. Natomiast w 1955 r. maksima wiosenne dorównują i przewyższają maksimum lipcowe.

Jeżeli chodzi o zróżnicowanie w poszczególnych latach liczebności *Tendipedidae*, w tym dwóch głównych dominantów, to rzuca się w oczy stosunkowe podobieństwo poziomów liczebności w 1953 i 1955 r. W tych mianowicie latach liczebność była niska (przy pewnych różnicach, np. w 1953 r. *Pelopia kraatzii* występowała prawie dwukrotnie liczniej niż w 1955 r.), natomiast w 1954 i 1956 r. poziom liczebności był kilkakrotnie wyższy.

Inne gatunki *Tendipedidae* występują, jak już wspomniano, mniej prawidłowo, niż główne dominanty. Występowanie ich omówimy na podstawie materiałów z 1954 i 1955 r.

Cryptochironomus defectus przez wiosnę i początek lata 1954 r. występuje bardzo nielicznie. Liczebność jego wzrasta dopiero na początku sierpnia. Przez jesień i zimę 1954 r. oraz wiosną 1955 r. utrzymuje się na wysokim poziomie (około 1100 os./1m²), wiosną mają miejsce nawet wzrosty liczebności. W maju liczebność spada do zera. Ponowny wzrost liczebności (kilkaset osobników na 1m²) zachodzi na przełomie lipca i sierpnia. Jednak już w połowie sierpnia następuje spadek liczebności do ilości niższej niż 100 os./1m².

Cryptochironomus conjugens występuje niekiedy w dużych nawet ilościach (dochodzi do 1800 os./1m²), ale przez stosunkowo krótki okres czasu, głównie wiosną. Dłużej (kilka miesięcy), ale w ilości mniejszej (około 400 os./1m²) wystąpił w 1955 r.

Polypedilum nubeculosum występuje podobnie nieregularnie jak gatunek poprzedni. W 1954 r. wysoką liczebność (około 1000 os./1m²) stwierdzono przez krótki tylko czas, na wiosnę. Jesienią występował w ilościach nie przekraczających 100—200 os./1m². W 1955 r. krótkotrwałą wysoką liczebność (około 2600 os./1m²) stwierdzono w lipcu, wiosną i późnym latem zaledwie około 200 os./1m².

Procladius występuje w 1955 r. najliczniej, aczkolwiek bardzo nieregularnie, skokowo. W 1954 r. występuje przez cały sezon, jednak w ilości zaledwie około 100 os./1m², a przez krótkie tylko okresy osiąga liczebność 300—400 os./1m².

Chaoborus crystallinus występuje sporadycznie, w ilościach nie przekraczających 100 os./1m², *Heleidae* w ilościach nie większych niż kilkadziesiąt osobników na 1m².

III. ANALIZA POSZCZEGÓLNYCH ASPEKTÓW DYNAMIKI LICZEBNOŚCI I CHARAKTERU WYSTĘPOWANIA BENTOSU

1. Dynamika i redukcja liczebności w stadium jaja i świeżo wylęgłych larw

Połowu jaj *Tendipedidae* prowadzono w 1953 r. przez sierpień i wrzesień, w 1954 r. od 13 lipca do końca września (z przerwami) głównie w celu stwierdzenia, czy istnieją bezpośrednie zależności ilościowe między składanymi jajami a młodymi larwami w obrębie jednego sezonu (1954 r.) oraz w poszczególnych latach.

Metodykę wzorowano na metodyce Boruckiego (1939). Klozse do połowu jaj, o powierzchni $0,2 \text{ m}^2$ (jak w aparatach do połowu imagines), zawieszano otworem ku górze, obok kloszów do połowu imagines (fig. 10). Klosz składał się z obręczy drucianej, obszytej gazą młynarską (początkowo stosowano płótno, jednak okazało się ono zbyt mało przepuszczalne dla wody) w kształcie stożka, ze szczelnie umocowanym u dołu słoikiem o pojemności 100 ml (fig. 10). Klozse zawieszano kilka cm pod powierzchnią wody. Kładki jajowe, osiadające na wewnętrznych ściankach kloszów, były splukiwane do słoika, z którego całą zawartość wybierano, a następnie przeglądano w pracowni. Większość jaj umieszczano potem w szalkach Petry'ego, w celu wyhodowania pierwszych stadiów larwalnych, aby móc określić przynależność gatunkową jaj. Ścianki kloszów i słoika ulegały intensywnemu obrastaniu przez periphyton i zamulaniu, co utrudniało pracę. Poza tym materiał, z którego były sporządzone (podobnie jak w przypadku kloszów powierzchniowych do połowu imagines), dość szybko (po około 2 tygodniach) butwiał i kruszał, wymagając reperatury.

W ogóle ilościowy połów kładek jajowych jest bardzo trudny i zajmuje się nim niewielu badaczy. Można mieć zastrzeżenia do opisanej metodyki połowu, z racji niejednolitego rozmieszczenia kładek jajowych w przestrzeni, możliwości wymywania ich z kloszów, wyżerania przez ryby itp. Wydaje się jednak, że wobec niewielkiego i stosunkowo jednolitego terenu, na którym praca była prowadzona oraz słabego falowania, sprawy te, niewątpliwie odgrywające dużą rolę w warunkach dużych zbiorników wodnych, tu nie wpływały na wyniki w sposób zasadniczy. Wprawdzie obserwowano przebywanie w kloszach uklei i młodych okoni (ok. 8 cm długości), jednakże trudno ocenić ich rolę w redukcji ilości jaj. W przewodach pokarmowych okonia (materiały B. Wojciechowskiej, przygotowywane do

druku) nigdy kładek jajowych nie znajdowano, co świadczy, że gdyby nawet wyżeranie miało miejsce, to prawdopodobnie stopień jego był nieznaczny, wobec czego nie wpływał w sposób zasadniczy na ilość kładek i nie wypaczał charakteru ich dynamiki w czasie.

Oprócz zawieszonych pod powierzchnią wody kloszów do połowu jaj, służących do oceny ilości składanych jaj, stosowano również analogiczne klosze, zawieszone tuż nad dnem. Porównanie danych z jednych i drugich kloszów miało świadczyć o ewentualnym wyżeraniu przez ryby opadających na dno jaj.

Na podstawie udanych hodowli złowionych jaj stwierdzono, że olbrzymią większość (ok. 90%) stanowiły jaja *Pelopia kraatzi* i *Tendipes plumosus*, a więc dwóch gatunków dominujących w bentosie. Jaja tych gatunków łatwo odróżnić, choćby tylko na podstawie wielkości kładki. Z powyższych względów w 1954 r. nie prowadzono systematycznej hodowli jaj.

Z zebranych materiałów (fig. 8) wynika, że na przestrzeni badanego okresu więcej jaj było składanych w sierpniu niż w lipcu i wrześniu. W miesiącach wcześniejszych — maju, czerwcu i pierwszej połowie lipca — nie prowadzono ilościowych połowów jaj. Składanie

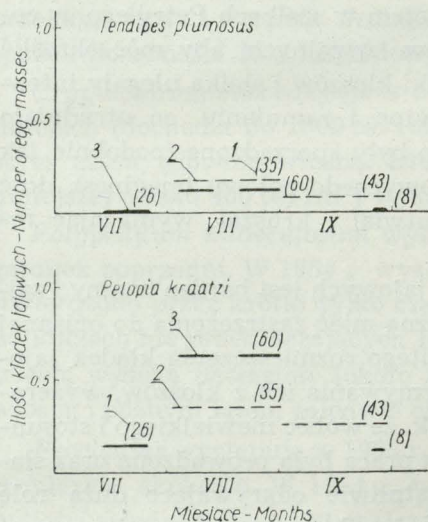


Fig. 8. Średnia ilość kładek jajowych na 0,2 m² w ciągu doby
1 — Ilość dobo-kloszów (ilość kloszów × ilość dni ich działania). 2 — Ilość kładek jajowych na 0,2 m² w ciągu doby, 1953 r.
3 — Ilość kładek jajowych na 0,2 m² w ciągu doby, 1954 r.

Average numbers of egg-masses per 0,2 sq. m during 24 hours
1 — Number of day-traps (number of traps × number of days in action). 2 — Number of egg-masses per 0,2 sq. m during 24 hours, 1953, 3 — Number of egg-masses per 0,2 sq. m during 24 hours, 1954

jaj w tym okresie niewątpliwie ma miejsce, o czym świadczą duże ilości młodych larw obu gatunków na początku lipca. Należy jednak przypuszczać, że jaj tych jest znacznie mniej, niż w okresie późniejszym (druga połowa lipca, sierpień), gdyż ilości i ubytki larw (stano-

wiących podstawę ilości imagines, a następnie jaj) w okresie wiosennym są znacznie niższe (przynajmniej odnośnie *Pelopia kraatzii* — fig. 5).

Różnica ilości jaj *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzii* (fig. 8) w sierpniu 1953 i 1954 r. jest nieznaczna, w porównaniu z poważnymi różnicami w ilości larw w tych latach (fig. 4 i 5) (września porównywać nie można, ponieważ dane z 1954 r. pochodzą z końca miesiąca, a więc z okresu, w którym ilości jaj z reguły są już niewielkie).

Porównanie ilości kładek jajowych w powierzchniowych i przydennych kłozach do połowu jaj. 1954 r.

Comparison of amount of egg-masses in surface and bottom traps for capturing eggs

Pelopia kraatzii

T a b. III

Okres Period	10 — 12. VIII.		19. VIII. — 1. IX.	
	Ilość dobo- kloszy Number of day-traps	Średnia ilość kła- dek na 1 dobo-klosz Average num- ber of egg- masses per 1 day-trap	Ilość dobo- kloszy Number of day-traps	Średnia ilość kła- dek na 1 dobo-klosz Average num- ber of egg- masses per 1 day-trap
Typ aparatu Type of trap				
Kłosze po- wierzchniowe Surface funnel traps	12	0,75	33	0,7
Kłosze przydenne Bottom funnel traps	3	0,0	22	0,14

Porównanie ilości kładek jajowych w kłozach powierzchniowych i przydennych (tab. III) dla *Pelopia kraatzii* wykazuje z reguły większą ich ilość w kłozach powierzchniowych. O ile nie kryją się tu jakieś trudne do określenia błędy metodyki, świadczyłoby to o redukcji jaj przez ryby, w trakcie opadania ich na dno. Ilości jaj, z których mogłyby się wylęgać młode larwy, byłyby więc w rzeczywistości mniejsze, niż to wynika z fig. 8 (dla *Tendipes plumosus* zebrany ma-

teriał jest zbyt szczupły do wyciągnięcia wniosków). Wobec tego, na podstawie kłozów powierzchniowych można sądzić nie o bezwzględnych ilościach jaj, z których mogą się wylęgnąć larwy, ale o zmianach ich nasilenia w czasie.

Jednak stosunek ilości najmłodszego stadium larwalnego do wahań ilości jaj na przykładzie *Pelopia kraatzi* nie wykazuje prostej zależności (fig. 9). Uwzględniając pewien czasokres (do 2 tygodni), konieczny dla rozwoju jaj i najmłodszego stadium larwalnego, okazuje

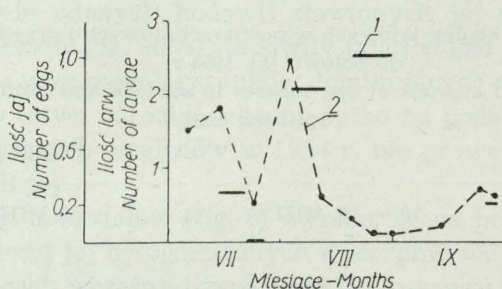


Fig. 9. Związek ilości najmłodszego stadium larwalnego *Pelopia kraatzi* i ilości składanych jaj, 1954 r.

1 — Ilość sztuk jaj na dobę na 10 cm². 2 — ilość larw najmłodszego stadium (0—4 mm) na 10 cm²

Connection between numbers of youngest larvae stage of *Pelopia kraatzi* and numbers of eggs laid, 1954

1 — Number of eggs per 24 hours per 10 cm². 2 — Number of larvae of youngest stage (0—4 mm) per 10 cm²

się, że ilość małych (klasa 0—4 mm) larw nie tylko nie jest proporcjonalna do ilości jaj, ale często zdarza się sytuacja odwrotna: po okresie intensywnego składania jaj następuje okres spadku ilości młodych larw. Inna natomiast jest sytuacja na początku lata, gdy przy stosunkowo mniejszej ilości jaj, pojawia się duża ilość młodych larw. Redukcja ilości jest więc w tym okresie znacznie słabsza.

Długość okresu wylęgowego młodych larw badano w pracowni i w terenie. Przy hodowli w szalkach Petry'ego, w warstwie wody ok 1 cm, larwy obu gatunków wylęgały się po kilku (4—7) dniach. Dla sprawdzenia rozwoju jaj w warunkach naturalnych, umieszczono kładki jajowe w woreczkach z gęstej gazy młynarskiej, z których jedne zawieszano tuż pod powierzchnią wody, inne na powierzchni mułu. Wylęg *Pelopia kraatzi* tuż pod powierzchnią wody zachodził z szybkością mniej więcej analogiczną do wylęgu, przeprowadzanego w warunkach laboratoryjnych: na trzeci dzień galareta 3 kładek jajowych,

użytych do doświadczenia, zanikła całkowicie i stwierdzono obecność młodych larw. Z 3 kładek, umieszczonych na dnie jedna uległa atrofii, w dwóch pozostałych wylęg larw zaczął się dopiero po 10 dniach, a po 13 stwierdzono zakończenie wylęgu, jednak jedna z kładek nie uległa jeszcze rozpuszczeniu, larwy przebywały wewnątrz niej.

Dla *Pelopia kraatzi* różnica wylęgu larw jest więc poważna — przy dnie rozwój jaja trwa około 3 razy dłużej niż przy powierzchni wody¹. Taki stan rzeczy świadczy, że warunki panujące przy dnie zbiornika mają wpływ na przedłużanie okresu rozwoju jaj, jak również na zwiększenie śmiertelności w stadium jaja (o tym ostatnim pośrednio świadczy przedłużenie rozwoju, bezpośrednio — atrofia części jaj).

Reasumując, należy stwierdzić, że nie ma prostej zależności między ilością składanych jaj a powstającymi z nich larwami. Nierzadko ma miejsce sytuacja paradoksalna — małej ilości jaj odpowiada duża ilość larw i odwrotnie. Ilość larw jest więc warunkowana przez ilość jaj jedynie pośrednio. Bezpośrednio określają ją procesy redukcji liczebności, zachodzące w trakcie rozwoju jaja i młodocianej larwy. Podobną sytuację — brak korelacji ilości składanych jaj i wylęgających się larw — stwierdzili również B i e l a w s k a j a i K o n s t a n t i n o w (1956).

2. Dynamika wylotów imagines i ich udział w redukcji liczebności larw

Wyloty imagines interesowały mnie głównie ze względu na ich wpływ na ilość larw. Chodziło mi z jednej strony o orientacyjne zestawienie intensywności wylotów z liczebnością larw w poszczególnych latach, z drugiej zaś o zbadanie roli wylotów w redukcji liczebności larw w obrębie sezonu.

Ilościowy połów wylęgających się imagines *Tendipedidae* przy pomocy specjalnej aparatury jest coraz szerzej stosowany w różnych krajach (B o r u c k i 1939, 1955; G r a n d i l e w s k a j a - D e k s -

¹ Odnosnie *Tendipes plumosus* umieszczano tylko jedną kładkę przy powierzchni i jedną na dnie. Po 4 dniach stwierdzono całkowity wylęg larw z obu kładek, z tą różnicą, że w kładce przydennej osłonka galaretowata nie uległa jeszcze zanikowi i larwy przebywały wewnątrz niej. Dla *Tendipes plumosus* różnica jest więc nieznaczna, co w zestawieniu z dużą różnicą u *Pelopia kraatzi* świadczyłoby o zupełnie różnym działaniu tych samych warunków środowiskowych na wylęg omawianych dwóch gatunków; trudno to jednak stwierdzić z całą pewnością, wobec szczupłości materiału.

bach 1935; Humphries 1938; Jabłonskaja 1953; Jonasson 1954; Judd 1953; Kajak 1957; Miller 1951; Mundie 1955, 1956; Palmén 1953; Scott, Opdyke 1941; Valentyne 1952; Wohlschlag 1950).

W pracy swej stosowałem wszystkie zasadnicze typy aparatów (tzn. pływające po powierzchni wody, oparte na dnie, lub częściowo zanurzone w mule, zawieszane między dnem a powierzchnią wody) (Kajak 1957), celem oceny wiarygodności wyników; poza tym, w pierwotnym założeniu pracy leżała ocena stopnia wyżerania poczwerek przez ryby, na podstawie danych z aparatów przydennych i powierzchniowych oraz z cylindrów.

Wszystkie stosowane przeze mnie aparaty miały przekrój okrągły, o pow. 0,2 m². Poszczególne części (naczynka obszyte gazą, słoiki) były dopasowane na tyle szczelnie, że zabezpieczały przed ucieczką poczwerek i imagines.

Opis aparatury (fig. 10).

Zarówno klosze jak i cylindry łowne sporządzone były z gazy młynarskiej, obszytej na szkieletach z drutu żelaznego cynkowanego, o średnicy 5—6 mm.

Klosze łowne

Wszystkie typy kloszów łownych były zawieszane przy pomocy dwóch sznurków na drucie, rozciągniętym sztywno między 2 palikami, wbitymi w dno w odległości około 3 m od siebie.

a. Klosze powierzchniowe z naczynkiem obszytym gazą młynarską. Średnica naczynka wynosiła 8 cm, wysokość 12 cm. Klosze te zawieszano w ten sposób, że część dolna (10—15 cm) była zanurzona, reszta wraz z naczynkiem, wystawała nad wodę. Wynurzenie części aparatu nad wodę, jak również obszycie naczynka gazą młynarską zapewniało naturalny skład atmosfery i normalne ciśnienie.

b. Klosze powierzchniowe ze słoikiem. Jediną różnicę w stosunku do kloszów z naczynkiem stanowiło zastąpienie tego ostatniego słoikiem o pojemności 1 l. Oczywiście wiązało się to ze zmianą składu powietrza w górnej części aparatu (co nie powinno wpływać na sam proces wylęgu, bo poczwarki w dolnej części aparatu stykały się z powietrzem o normalnym składzie) oraz ze zmianą intensywności oświetlenia wewnątrz aparatu.

c. Klosze przydenne, o budowie identycznej do kloszów powierzchniowych ze słoikiem, były opuszczane na dno zbiornika. Przed opuszczeniem słoik napełniano do połowy wodą, przy czym w górnej

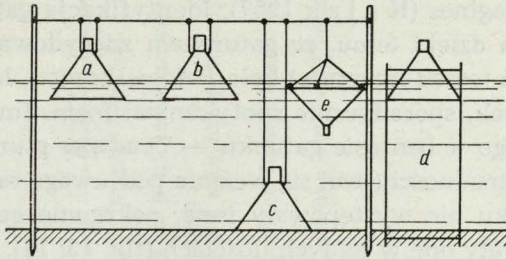


Fig. 10. Schemat aparatury, stosowanej do połowu imagines i jaj *Tendipedidae* w niniejszej pracy

a — Klosz powierzchniowy. b — Klosz powierzchniowy ze słoikiem. c — Klosz przydenny. d — Cylinder łowny. e — Klosz do połowu jaj

Diagram of apparatus used for catching imagines and eggs of *Tendipedidae* in this work

a — Surface funnel trap. b — Surface funnel trap with glass jar. c — Bottom funnel trap. d — Cylinder trap. e — Funnel trap for eggs

połowie słoika znajdowało się powietrze, oczywiście o składzie i ciśnieniu różnych od normalnego.

Cylindry łowne

Cylindry łowne miały kształt walców o wysokości 1—1,5 m (zazwyczaj 1,5 m). Były one wbijane w muł na głębokość 5—10 cm. Stosowanie cylindrów dawało: 1. rękojmię, że wylęgające się imagines pochodzą tylko z powierzchni ograniczonej aparatem; 2. gwarancję, że poczwarki nie są wyżerane przez ryby, ponieważ cały słup wody był od nich odgradzony.

Cylinder był nakryty kloszem powierzchniowym, którego cechy omówiono wyżej. Dolna część klosza była również zanurzona na głębokość 10—15 cm pod powierzchnię wody. Z omówionych wyżej właściwości cylindrów łownych można wnioskować, że te aparaty powinny dawać najbardziej reprezentatywne ilości wylęgających się imagines. Cylindry były przestawiane przeciętnie co kilkanaście dni, dla uniknięcia odgradzenia objętego nimi terenu od dopływu jaj, zabezpieczenia przed znacznie większymi zmianami hydrochemicznymi wewnątrz cylindrów itp. Jak wykazały obserwacje, około 20-dniowy okres „postoju” cylindra nie miał wpływu na intensywność wylotów form dennych, natomiast pojawiały się imagines innych, nietypowych dla tego środowiska gatunków, rozwijających się obficie na ściankach cylindrów.

Złowione owady identyfikowano i liczone na miejscu, w terenie. Technikę postępowania podałem w artykule, poświęconym połowom

ilościowym imagines (K a j a k 1957). Identyfikacja gatunku owadów była ułatwiona dzięki temu, że gatunkiem zdecydowanie dominującym (zwłaszcza wśród imagines) była *Pelopia kraatzi*, łatwa do odróżnienia od innych, sporadycznie spotykanych form. Imagines drugiego dominującego w bentosie gatunku — *Tendipes plumosus*, również nie sprawiały trudności (jeśli się weźmie pod uwagę fakt, że w badanym środowisku nie występowały inne, pokrewne gatunki), a poza tym występowały one w małych ilościach (fig. 13, 14).

Wyniki, uzyskane przy pomocy poszczególnych aparatów, były bardzo różne (tabl. IV, fig. 11, 12) i stosunek ich zmienny był w czasie. Stosunek średniej ilości imagines *Pelopia kraatzi* na 1 kloz powierzchniowy, do średniej ilości na jeden cylinder łowny, wahał się w 1954 r. (przy porównywaniu poszczególnych dni) od 2 do 25 (fig. 11, 12). Amplituda wahań (w czasie) ilości wylęgających się imagines w klozach powierzchniowych była znacznie większa niż w cylindrach łownych; poza tym różnice ilości między poszczególnymi klozami były w tym samym czasie większe niż między poszczególnymi cylindrami, co przemawia za większą wiarygodnością danych z cylindrów niż z innych aparatów. Wracając do różnic ilości w poszczególnych aparatach (tab. IV) należy stwierdzić, że w stosunku do cylindrów, kloze powierzchniowe z naczynkiem z gazy dają ilości imagines najwyższe. Kloze powierzchniowe ze słoikiem dają ilości znacznie mniejsze, ale również wyższe niż cylindry, a kloze przydenne — ilości mniej więcej takie same jak cylindry lub nieco niższe (znacznie niższe, jeśli aparat nie jest przeglądany codziennie — poczwarki i imagines zdychają wtedy i toną).

Jak wspomniałem wyżej, cylindry łowne dają ilości niewątpliwie najbardziej zgodne z rzeczywistymi; poczwarki, znajdujące się na ograniczonej cylindrem powierzchni, muszą się w nim przeobrażać, nie mając możliwości ucieczki. Cylinder (jak również kloze powierzchniowe) zapewnia warunki wylęgu imago najbardziej zbliżone do rzeczywistych, ze względu na to, że poczwarki przeobrażają się na powierzchni wody, przy normalnym ciśnieniu i składzie powietrza. Aparat ogranicza swobodę poruszania się poczwarki, co jednak nie wpływa na nią źle, o czym świadczy normalny stan owadów (podobnie jak w klozach powierzchniowych) i praktycznie brak śmiertelności poczwarek. Z innych zmian warunków, powodowanych przez cylinder, należy wziąć pod uwagę mniejszą intensywność oświetlenia, którego wpływ na ilość wylęgających się imagines został stwierdzo-

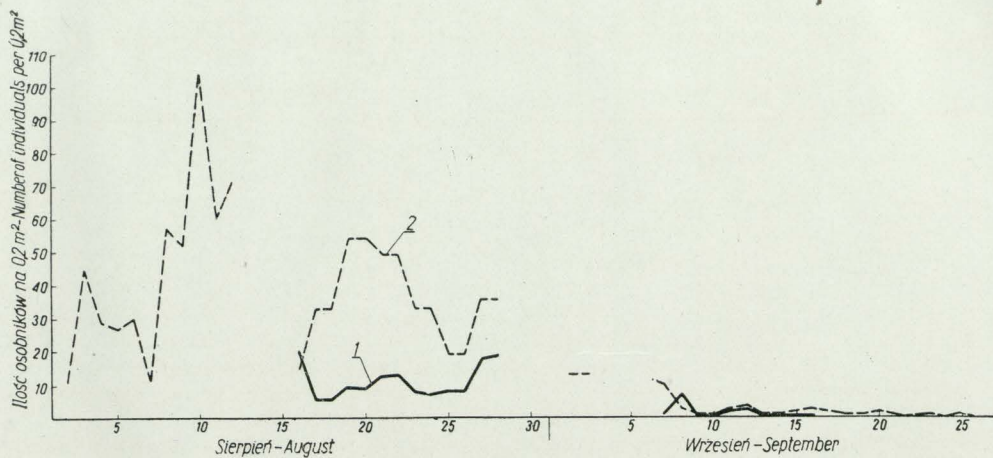


Fig. 11. Dynamika wylotów imagines *Pelopia kraatzi*, 1953 r. Dane z 5 kloszów i 1 cylindra
 1 — Średnia na 1 cylinder. 2 — Średnia na 1 klosz powierzchniowy

Dynamics of emerging of *Pelopia kraatzi*, 1953. Date from 5 funnel and 1 cylindric-traps
 1 — Average per 1 cylindric trap. 2 — Average per 1 surface funnel trap

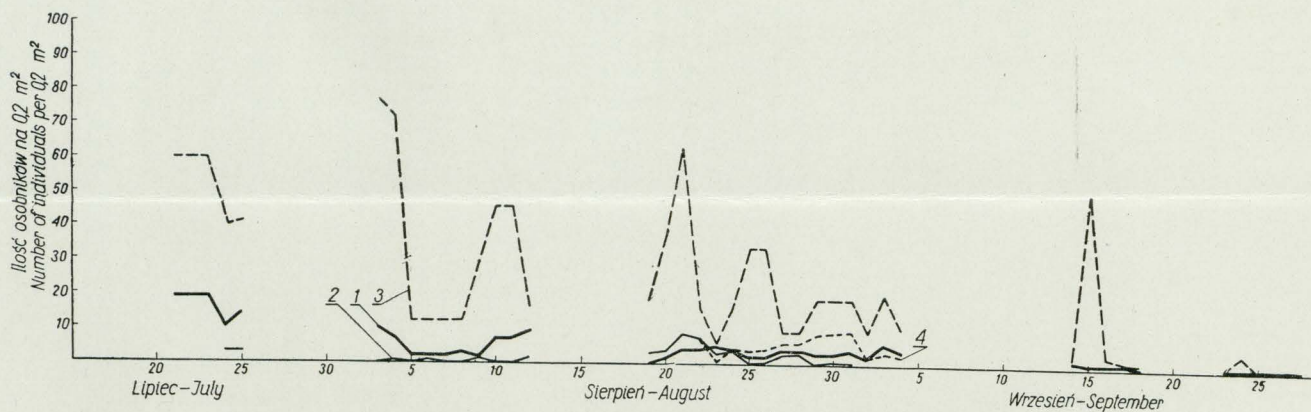


Fig. 12. Dynamika wylotów imagines *Pelopia kraatzi*, 1954 r. Dane z 1—4 cylindrów, 2—5 kloszów powierzchniowych, 2 kloszów powierzchniowych ze słoikiem, 2 kloszów przydennyh
 1 — Średnia na 1 cylinder. 2 — Średnia na 1 klosz przydenny. 3 — Średnia na 1 klosz powierzchniowy z naczynkiem obszytym gązą.
 4 — Średnia na 1 klosz powierzchniowy ze słoikiem

Dynamics of emerging of *Pelopia kraatzi*, 1954. Date from 1—4 cylindric traps, 2—5 surface funnel traps, 2 surface funnel traps with glass jars, 2 bottom funnel traps
 1 — Average per 1 cylindric trap. 2 — Average per 1 bottom funnel trap. 3 — Average per 1 surface funnel trap with vessel round which gauze was sewn. 4 — Average per 1 surface funnel trap with glass jar

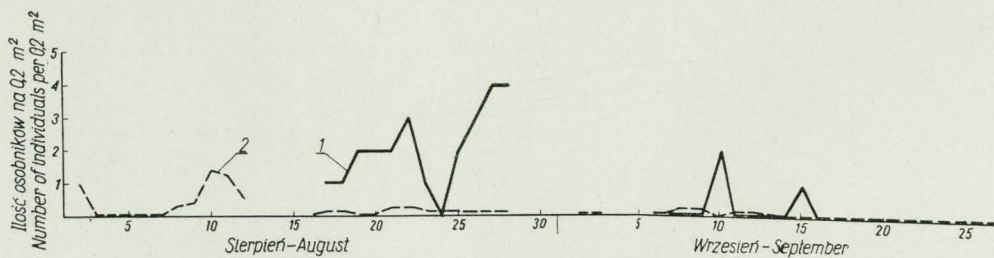


Fig. 13. Dynamika wylotów imagines *Tendipes plumosus*, 1953 r. Dane z 5 kloszów i 1 cylindra
 1 — Średnia na 1 cylinder. 2 — Średnia na 1 klosz powierzchniowy

Dynamics of emerging of *Tendipes plumosus*, 1953. Date from 5 funnel and 1 cylindric traps
 1 — Average per 1 cylindric trap. 2 — Average per 1 surface funnel trap

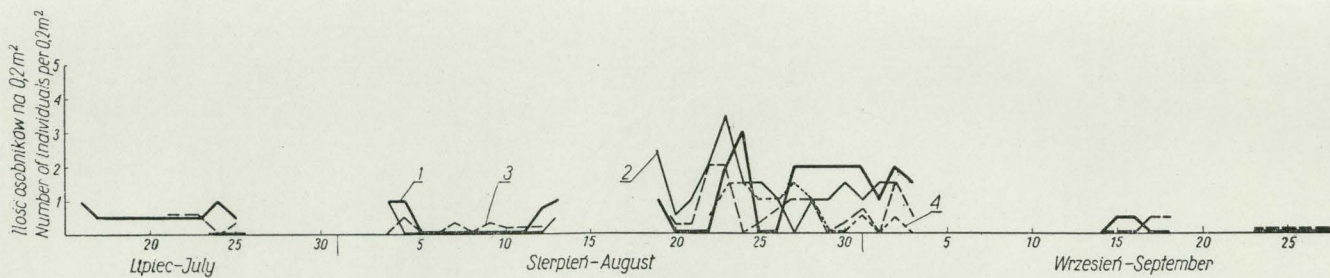


Fig. 14. Dynamika wylotów imagines *Tendipes plumosus*, 1954 r. Dane z 1—4 cylindrów, 2—5 kloszów powierzchniowych, 2 kloszów powierzchniowych ze słoikiem, 2 kloszów przydennyh
 1 — Średnia na 1 cylinder. 2 — Średnia na 1 klosz przydenny. 3 — Średnia na 1 klosz powierzchniowy z naczynkiem obszytym gązą.
 4 — Średnia na 1 klosz powierzchniowy ze słoikiem

Dynamics of emerging of *Tendipes plumosus*, 1954. Date from 1—4 cylindric traps, 2—5 surface funnel traps, 2 surface funnel traps with glass jars, 2 bottom funnel traps

1 — Average per 1 cylindric trap. 2 — Average per 1 bottom funnel trap. 3 — Average per 1 surface funnel trap with vessel round which gauze was sewn. 4 — Average per 1 surface funnel trap with glass jar

Porównanie działania różnych typów aparatów do połowu imagines
Tendipedidae

Comparison of action of various types of capturing traps

T a b. IV

Okres Period	Rodzaj aparatu Type of trap	Ilość aparatów Number of traps	Srednia ilość imagines na 1 aparat na dobę Average quantity of imagines per 1 trap per a day (24 hours)	Stosunek ilości imagines w poszczególnych aparatach do ich ilości w cylindrze przyjętej za 1,0 Relation of quantity of imagines in each apparatus to quantity in cylindrical trap assumed as 1
21—25.VIII.	Cylinder Cylindric trap	2 — 3	16,8	1,0
	Klosz powierzchniowy Surface funnel trap	2 — 4	49,0	2,9
3—12.VIII.	Cylinder Cylindric trap	3 — 4	5,1	1,0
	Klosz powierzchniowy Surface funnel trap	3 — 5	33,7	6,6
19.VIII.—3.IX.	Cylinder Cylindric trap	1 — 2	3,4	1,0
	Klosz powierzchniowy Surface funnel trap	3 — 4	21,3	6,3
	Klosz powierzchniowy ze słoikiem Surface funnel trap with glass jar	2	5,3	1,6
	Klosz przydenny Bottom funnel trap	2	2,7	0,8

ny (Scott, Opdyke 1941). Jednakże, w przeciwieństwie do aparatów nie stykających się z dnem, gdzie poczwarki mają możliwość aktywnego wyboru, poczwarki zamknięte między ściankami cylindra musiały się w nim przeobrazić. Natomiast być może, że znacznie większą ilość imagines w kloszach powierzchniowych należy tłumaczyć, przynajmniej w dużym stopniu, większym zaciemnieniem wewnątrz klosza, niż poza nim. Z dotychczasowych danych piśmiennictwa (Scott, Opdyke 1941; Valentyne 1952) oraz z badań własnych (patrz dalej) wiadomo, że wyloty zachodzą w godzinach słabego natężenia światła — po zapadnięciu zmroku, lub przed świtem. Równocześnie wiadomo, że poczwarki unikają miejsc całkowicie zaciemnionych. Wynika z tego, że poczwarki dążą do miejsc o określonym, umiarkowanym naświetleniu. Możliwe więc, że w godzinach, gdy naświetlenie nieosłoniętej powierzchni wody jest jeszcze duże, poczwarki skupiają się w kloszach. Oczywiście można by sobie wyobrazić również inne, różnicujące wpływy kloszów — np. inny stopień zaciszności, ruchliwości powierzchni wody itp., jednak na ten temat brak jakichkolwiek danych.

Stosunkowo bardziej zbliżone ilości imagines w cylindrach i w kloszach powierzchniowych ze słoikami, gdzie naświetlenie wnętrza jest oczywiście większe niż w kloszach z naczyńkami, obciążniętymi gazą młynarską, również może świadczyć o dużym wpływie intensywności naświetlenia. Na podstawie stosunkowo zbliżonych ilości w cylindrach i kloszach powierzchniowych ze słoikiem nie można bynajmniej wnioskować o podobieństwie działania obu tych aparatów. Przyczyny, doprowadzające do określonej ilości imagines, są w obu wypadkach różne.

Jednakże zbadanie przyczyn i mechanizmów różnej łowności poszczególnych typów aparatów nie było celem mojej pracy, toteż odnośnie tej sprawy mogę stawiać jedynie hipotezy. Tutaj istotne jest stwierdzenie poważnych różnic w działaniu poszczególnych aparatów, nawet przy stosunkowo nieznacznych różnicach w konstrukcji, z czego wynika konieczność krytycznego i bardzo ostrożnego podejścia do tego typu pracy. Poza tym istotne jest stwierdzenie wiarygodności materiału z cylindrów łownych.

Klosze przydenne mają tę wspólną cechę z cylindrami, że poczwarki i imagines, które się w nich znajdują, pochodzą tylko ze ściśle określonej powierzchni dna, ograniczonej ściankami aparatu. Istnieją natomiast poważne różnice na niekorzyść kloszów, jeśli chodzi

o warunki fizyko-chemiczne wylęgu owadów. Dane wydają się przemawiać za wiarygodnością materiałów z kloszów przydennych (tab. IV); ilość imagines w nich zbliżona jest do ilości notowanych w cylindrach. Należy jednak podkreślić, że na materiałach z tego typu aparatów można się opierać tylko przy zachowaniu warunku częstego (przynajmniej raz na dobę) ich przeglądania. Z reguły imagines, wylęgle w kloszach przydennych, są osłabione, często na pół utopione, znaczny procent poczwarek zdycha, nie przechodząc przeobrażenia, lub też imago nie ma siły wyswobodzić się z okryw poczwarki. Robiąc częste przeglądy można takie osobniki uwzględnić, jednak przy rzadszym przeglądzie kloszów osobniki takie topią się i wówczas nie są brane w rachubę, a tym samym wyniki są stosunkowo mniejsze. W moich materiałach, przy przeglądzie codziennym (tab. IV, fig. 12), ilości w cylindrach i kloszach przydennych są zbliżone, aczkolwiek w kloszach nieco mniejsze; przy przeglądzie co 2, 3 dni (fig. 12; okres 3—12.VIII) — w kloszach przydennych znacznie mniejsze.

Obserwacje nad zmianą nasilenia wylotów w ciągu doby wykazały, zgodnie z danymi z piśmiennictwa, że maksimum imagines wylatuje w godzinach późnowieczornych i nocnych. Mowa tu tylko o *Pelopia kraatzi*, ponieważ *Tendipes plumosus*, ze względu na zbyt małą intensywność wylotów w okresie ilościowych badań, nie mógł tu być brany pod uwagę. Obserwacje przeprowadzano w okresie 18.VIII.—23.VIII. 1954 r. co kilka godzin, a następnie materiał pogrupowano według naturalnie zaznaczających się okresów (godz.: 18—22, 22—4, 4—10, 10—18). Opierano się przy tym na materiale z kloszów powierzchniowych (łącznie 39 dobo-kloszów), które wprawdzie nie mogą służyć za podstawę w ocenie ilości bezwzględnej imagines, jednakże odzwierciedlają zmiany nasilenia wylotów. W godzinach 18—22 wylały przeciętnie 4 imagines/0,2 m², w godzinach 22—4 — 24,2 imagines/0,2 m², w godzinach 4—10 — 0,5 imagines/0,2 m² i wreszcie w godzinach 10—18 — 0,1 imagines/0,2 m².

Wyżeranie poczwarek, które wprawdzie miało miejsce, o czym świadczą dane z przewodów pokarmowych ryb, odgrywało jednak przypuszczalnie rolę stosunkowo niewielką. Główne nasilenie wylotów w godzinach nocnych ma przypuszczalnie charakter przystosowawczy — zabezpiecza, w pewnym przynajmniej stopniu, przed rybami.

Intensywność i charakter przebiegu wylotów *Pelopia kraatzi* (fig. 11 i 12) w 1953 i 1954 r. są, ogólnie rzecz biorąc, podobne. Rów-

nież *Tendipes plumosus* wykazuje podobny przebieg wylotów w 1953 i 1954 r. (fig. 13 i 14). Dla *Pelopia kraatzi* intensywność wylotów w lipcu i sierpniu obu lat jest wysoka i zmienna, we wrześniu niska. Dla *Tendipes plumosus* podobieństwo wyraża się przede wszystkim w małej intensywności wylotów w obu latach. O ilościach bezwzględnych imagines można sądzić jedynie na podstawie danych z cylindrów łownych, o zmianach nasilenia wylotów — również z danych kloszów powierzchniowych.

W 1955 r., ze względów technicznych (ciągłe i znaczne wahania poziomu wody oraz okresowo silny przepływ) systematyczne obserwacje wylotów można było prowadzić dopiero we wrześniu, a więc w okresie, kiedy intensywność wylotów jest już niska. Przeciętnie wylatywał 1 osobnik/0,2 m² w ciągu doby. Wydaje się więc, że w 1955 r. intensywność wylotów *Pelopia kraatzi* była nieco niższa niż w 1953 i 1954 r. (fig. 11 i 12). Wylotów *Tendipes plumosus* w tym czasie nie stwierdzono.

Jeśli chodzi o wiosnę i jesień (w których nie prowadzono ilościowych połowów wylęgających się imagines), to można stwierdzić, że wiosną (maj—czerwiec) ma miejsce intensywny wylot, zwłaszcza *Tendipes plumosus*; świadczą o tym pływające po powierzchni wody wylinki poczwarek, w ilościach bez porównania większych, niż w lecie, oraz zbieżny w czasie spadek ilości larw a następnie pojaw młodego pokolenia. Wynika z tego, że częste wahania poziomu wody oraz dość silne przepływy, normalne dla okresu wiosennego, nie przeszkadzają wylotom imagines. W okresie jesiennym (październik—listopad) zachodzą tylko wyloty sporadyczne pojedynczych imagines, o czym świadczą własne obserwacje oraz dane piśmiennictwa (B o r u c k i 1939; J u d d 1953).

Wyloty imagines *Pelopia kraatzi* w lecie stanowią stosunkowe niewiele — około 30% całkowitego ubytku larw tego gatunku (fig. 15). Sprawa wygląda jednak zupełnie inaczej, jeśli zestawić ilość imagines z ilością larw najstarszego stadium, więc tych, których kosztem w istocie zachodzą wyloty. Okazuje się, że w zasadzie redukcję ilości larw najstarszego stadium można wytłumaczyć całkowicie wylotem imagines (fig. 15), a więc praktycznie wszystkie wyrosnięte larwy ulegają przeobrażeniu w imagines (chodzi tu oczywiście o ogólną zgodność liczebności i przebiegu krzywych, która jest uderzająca zwłaszcza w zestawieniu z rozbieżnością ilości wylatujących imagines i ogólnego spadku larw). Wynika stąd bardzo ważny dla moich dalszych roz-

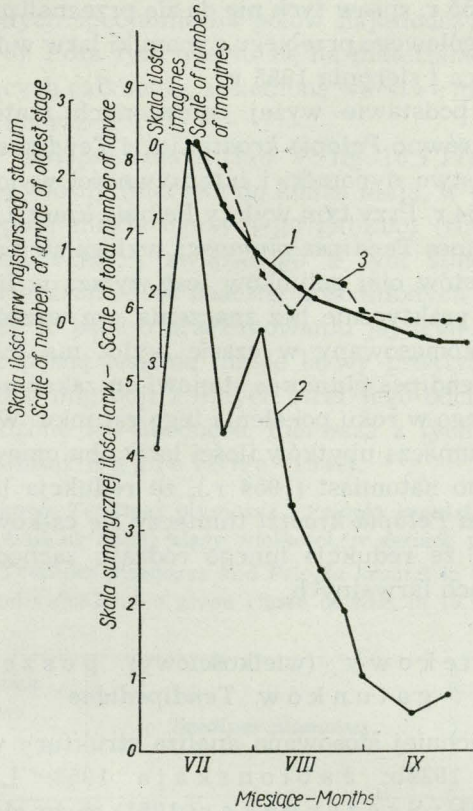


Fig. 15. *Pelopia kraatzi*. Rola wylotów imagines w redukcji liczebności larw, 1954 r.

1 — Sumaryczna ilość wylatujących imagines na 10 cm² od momentu systematycznego spadku ilości larw. 2 — Sumaryczna ilość larw na 10 cm². 3 — Ilość larw najstarszego stadium na 10 cm²

Pelopia kraatzi. Part played by emerging of imagines in reduction of numbers of larvae, 1954

1 — Total number of emerging imagines per 10 cm², from time of systematic decrease in numbers of larvae. 2 — Total number of larvae per 10 cm². 3 — Number of larvae of oldest stage per 10 cm²

ważną wniosek, iż redukcja innego typu (śmiertelność z różnych przyczyn) ma miejsce głównie w poprzednich stadiach larwalnych.

Wyloty *Tendipes plumosus* w lecie były znacznie mniej intensywne niż *Pelopia kraatzi*. Udział ich w redukcji ilości larw w 1954 r. jest minimalny; w okresie gwałtownego spadku ilości, to jest przy końcu września i na początku października (fig. 5) wyloty praktycznie już nie zachodzą (fig. 14).

Dla 1953 i 1955 r. spraw tych nie da się przeanalizować, ze względu na brak szczegółowego przebiegu dynamiki larw w 1953 r. i danych o wylotach z lipca i sierpnia 1955 r.

Ogólnie, na podstawie wyżej omówionych materiałów można stwierdzić, że zarówno *Pelopia kraatzi* jak i *Tendipes plumosus* wykazują podobieństwo dynamiki i intensywności wylotów w okresie letnim 1953 i 1954 r. Przy tym wyloty *Pelopia kraatzi* przebiegają intensywnie, imagines *Tendipes plumosus* wylęga się bardzo mało. Intensywność wylotów obu gatunków jest wyższa w lipcu i sierpniu, znacznie niższa, praktycznie bez znaczenia, we wrześniu. Intensywny i bardziej skomasowany w czasie wylot ma miejsce w maju i czerwcu. Dla *Tendipes plumosus* stanowi on zakończenie cyklu rozwojowego jedynego w roku pokolenia tego gatunku. Wyloty imagines absolutnie nie tłumaczą ubytków ilości larw obu omawianych gatunków. Stwierdzono natomiast (1954 r.), że redukcja liczebności najstarszego stadium *Pelopia kraatzi* tłumaczy się całkowicie wylotami, z czego wynika, że redukcja innego rodzaju zachodzi głównie na młodszych stadiach larwalnych.

3. Skład wiekowy (wielkościowy) poszczególnych gatunków w *Tendipedidae*

Coraz powszechniej stosowana analiza struktury wiekowej (Borucki 1939a, 1939b; Jabłonskaja 1953; Lellak 1953; Szaronow 1951; Szerbakow 1951) służy głównie do określania ilości pokoleń i cyklów życiowych. W pracy niniejszej użyto jej poza tym jako jednej z metod pomocniczych do interpretacji dynamiki liczebności. W oparciu o analizę struktury starano się więc m. in. rozstrzygnąć zagadnienia: czy wzrost liczebności lub nawet pojaw pewnych gatunków jest wynikiem wylęgu i migracji, czy też naniesienia ich przez wodę przyboru; czy istnieje korelacja między ilością składanych jaj i liczebnością najmłodszego stadium larwalnego oraz warunków środowiskowych; jak zmienia się w czasie szybkość rozwoju larw itd.

Każdą larwę mierzono z dokładnością do 1 mm. Uzyskane wyniki grupowano następnie w klasy wielkości, różne dla różnych gatunków.

Wielkość organizmów traktowano jako wartość odzwierciedlającą ich wiek. Najwierniejszy obraz tak pojętej struktury wiekowej dają materiały z 1954 r., ze względu na to, iż pochodzą z różnego rodzaju

prób, nastawionych specjalnie na połów najmłodszych stadiów (por. rozdz. III, pkt 6). Poza tym oparto się na materiałach z normalnych prób, obejmujących całkowitą, zasiedloną warstwę mułu, a pobranych w jesieni 1953 r. oraz w 1955 r.

Pelopia kraatzi (tab. V; fig. 16 i 17)

Od wczesnej wiosny (marzec) do końca maja, w obu latach (1954, 1955 r.) występują młode okazy tego gatunku (również w okresie wysokiego stanu wody i związanego z tym silnego przepływu). 5.III.1954 r. stwierdzono dość znaczną ilość młodych larw jeszcze pod lodem. Świadczy to bądź o przezimowaniu jaj tego gatunku na dnie zbiornika, gdyż późną jesienią młode larwy praktycznie tu nie występowały, bądź o migracji z innych stref tego odcinka łąchy, gdzie jesienią stwierdzono ich obecność. Pierwsza z tych możliwości jest zgodna z sugestiami E g g l e t o n a (1931).

Struktura wiekowa *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzi* jesienią 1953 r.

(ilości osobników danej klasy wielkości, w seriach po 10 prób)

Age structure of *Tendipes plumosus* and *Pelopia kraatzi* in the autumn of 1953
(number of individuals of a given classe of size, in 10 samples series)

Tab. V

Data Date	Gatunek Species	<i>Tendipes plumosus</i>					<i>Pelopia kraatzi</i>		
		Klasy wielkości					Classes of size		
		0—5	5—10	10—15	15—20	> 20	0—4	4—7	> 7
26.IX.53	—	—	—	2	10	3	1	—	
21.XI.53	—	—	—	2	6	—	1	—	
11.I.54	—	—	—	4	6	—	—	—	

Młode pokolenie, występujące w omawianym środowisku wczesną wiosną, prawdopodobnie wylatuje już w czerwcu, o czym świadczy obecność w tym okresie jedynie stadiów wyrosniętych oraz liczny pojaw młodych larw na przełomie czerwca i lipca, stanowiący rezultat wylotu. W 1954 r. ilość młodych larw na początku lipca była bardzo wysoka, w 1955 r. znacznie mniejsza.

Następny, mniej liczny pojaw młodych larw stwierdzono na początku sierpnia a jeszcze mniej liczny we wrześniu. Ten ostatni nie miał jednak miejsca w 1955 r. Ten ciekawy fakt wyraźnej okresowo-

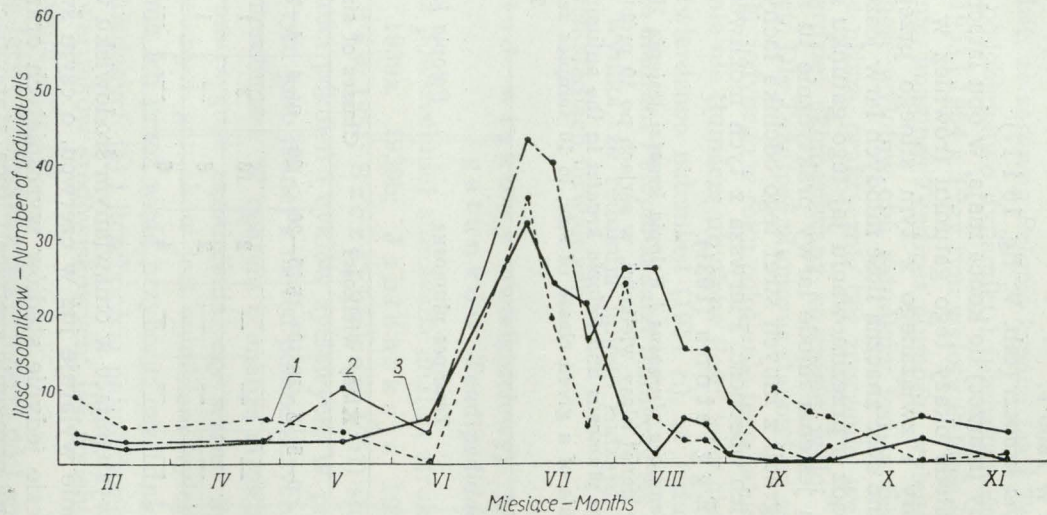


Fig. 16. Skład wiekowy *Pelopia kraatzi*, 1954 r. Ilość osobników w seriach po 10 prób
 1 — Klasa wielkości 0—4 mm. 2 — Klasa wielkości 4—7 mm. 3 — Klasa wielkości > 7 mm

Age composition of *Pelopia kraatzi*, 1954. Number of individuals in series of 10 samples each
 1 — Class of size 0—4 mm. 2 — Class of size 4—7 mm. 3 — Class of size > 7 mm

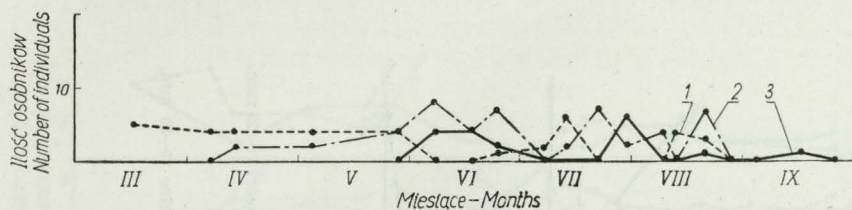


Fig. 17. Skład wiekowy *Pelopia kraatzi*, 1955 r. Oznaczenia jak na fig. 16
Age composition of *Pelopia kraatzi*, 1955. Markings as for fig. 16

ści pojawu młodych larw nie jest (patrz rozdz. III, pkt 1) związany z ilością lub regularnością składania jaj. Wystąpił on w 1954 i 1955 r., mimo różnic środowiskowych w tych latach (przeplewy).

Taki przebieg zmian struktury wiekowej świadczy o istnieniu kilku pokoleń *Pelopia kraatzi* w okresie letnim. Pokolenia te zachodzą w znacznym stopniu na siebie, wyloty przebiegają dość równomiernie (fig. 11 i 12).

Jak już wspomniano, najwyższa liczebność miała miejsce w lipcu, niższa w sierpniu, jeszcze niższa we wrześniu. Wiąże się z tym szybkość wzrostu, o której można sądzić na podstawie przesunięcia w czasie maksimum poszczególnych stadiów rozwojowych, zwłaszcza stadium najstarszego w stosunku do najmłodszego. Larwy rosną najszybciej w lipcu, wolniej w sierpniu, najwolniej we wrześniu (fig. 16).

Jesienią i zimą mogą występować wszystkie klasy wieku, jednak bardzo nielicznie.

Tendipes plumosus (tab. V; fig. 18 i 19)

Wczesną wiosną występują praktycznie tylko dwie ostatnie klasy wielkości tego gatunku (stan ten trwa bez zmiany od października ubiegłego roku). Począwszy od maja, czerwca, zaczynają się pojawiać niezbyt liczne młode okazy. Intensywny wylęg młodych larw ma miejsce przy końcu czerwca — na początku lipca. Mniejsze ilości larw wylęgają się przez resztę lata, aż do końca września (stosunkowo liczny jest pojaw na przełomie sierpnia i września 1954 r.). Ilości wylęgających się larw w tym okresie są znacznie większe w 1954 r. niż w 1955 r. W 1954 r. zaznaczają się, podobnie jak u *Pelopia kraatzi*, trzy okresy pojawu młodych larw, przypadające jednak w nieco innym czasie.

Ilości larw w poszczególnych klasach zmieniają się w sposób pra-

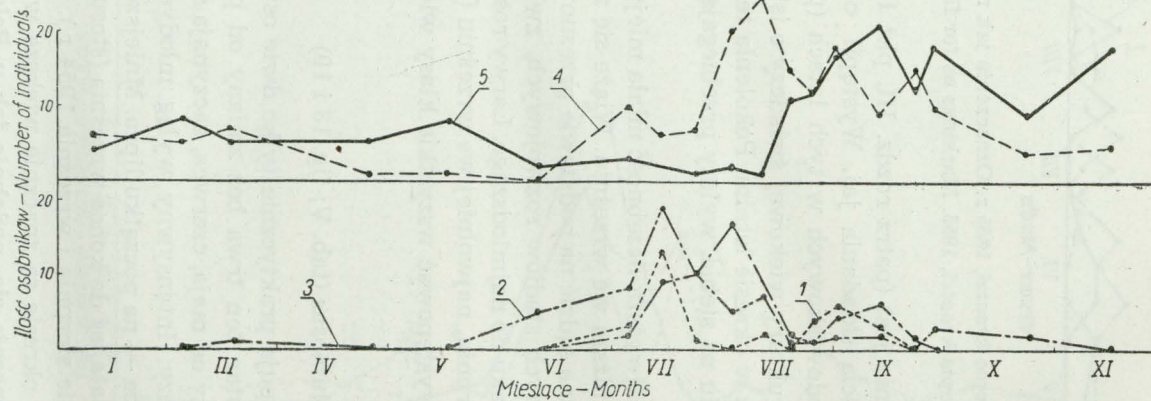


Fig. 18. Skład wiekowy *Tendipes plumosus*, 1954 r.

- 1 — Klasa wielkości 0—5 mm. 2 — Klasa wielkości 5—10 mm. 3 — Klasa wielkości 10—15 mm. 4 — Klasa wielkości 15—20 mm.
5 — Klasa wielkości > 20 mm

Age composition of *Tendipes plumosus*, 1954

- 1 — Class of size 0—5 mm. 2 — Class of size 5—10 mm. 3 — Class of size 10—15 mm. 4 — Class of size 15—20 mm.
5 — Class of size > 20 mm

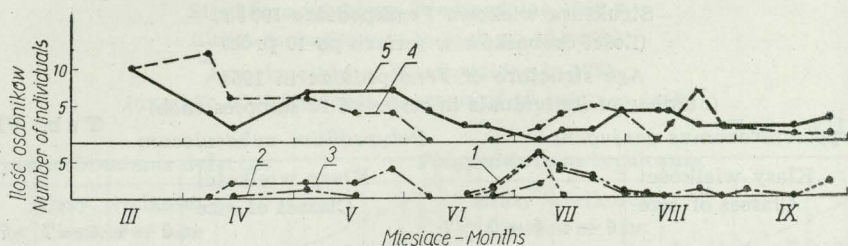


Fig. 19. Skład wiekowy *Tendipes plumosus*, 1955 r. Oznaczenia jak na fig. 18
Age composition of *Tendipes plumosus*, 1955. Markings as for fig. 18

widłowy: wiosną najliczniejsze są klasy najstarsze, na początku lata, w wyniku wylęgu młodych larw — klasy najmłodsze, następnie zaś, ku końcowi lata, znowu stopniowo rośnie liczebność klas najstarszych. Taki przebieg krzywej świadczy o istnieniu w zasadzie jednego pokolenia *Tendipes plumosus* w ciągu roku w danych warunkach, z wylotem w maju i czerwcu. Zgadza się to w zupełności z obserwacjami wylotów imagines. Podobnie jak w przypadku *Pelopia kraatzi* ilości młodych, a w związku z tym ilości wszystkich larw są znacznie wyższe w 1954 r. niż w 1955 i 1953 r.

Struktura wiekowa pozostałych, mniej liczebnych gatunków (*Cryptochironomus defectus*, *Cryptochironomus conjugens*, *Polypedilum nubeculosum*, *Procladius*) zostanie uwzględniona przy interpretacji dynamiki ilości. Tutaj podaję tylko materiały (tab. VI i VII) bez ich opisu i interpretacji.

Dla obu powyższych, dominujących w danym środowisku gatunków, stwierdzono:

1) znacznie wyższą liczebność młodych larw w 1954 r. niż w latach 1953 i 1955;

2) występowanie młodych larw przez cały okres letni, jednak w coraz mniejszych ilościach, co, przy niezmnieszonej przez długi czas liczebności jaj, świadczy o rosnącej ku końcowi lata śmiertelności wczesnych stadiów rozwojowych;

3) okresowość pojawów młodych larw obu tych gatunków w sezonie letnim, nie dającą się wytłumaczyć dynamiką liczebności jaj;

4) coraz wolniejsze tempo wzrostu larw *Pelopia kraatzi* ku końcowi lata;

5) jedno pokolenie *Tendipes plumosus* w roku, z wylotem w maju—czerwcu oraz kilka zachodzących na siebie pokoleń *Pelopia kraatzi*.

Struktura wiekowa *Tendipedidae* 1954 r.
(ilości osobników w seriach po 10 prób)

Age structure of *Tendipedidae* in 1954
(number of individuals in series of 10 samples each)

Tab. VI

*Cryptochironomus conjugens**Polypedilum nubeculosum*

Klasy wielkości Classes of size			
	0—4	4—7	>7
Data Date			
5.III.	8	—	—
25.IV.	18	—	—
17.V.	1	—	—
3.VIII.	1	—	—
19.VIII.	1	—	—

Klasy wielkości Classes of size			
	0—4	4—7	>7
Data Date			
11.I.	—	2	—
5.III.	—	1	2
17.III.	4	2	4
13.IX.	1	—	—
28.IX.	—	1	—
23.X.	—	2	—

*Cryptochironomus defectus**Procladius*

Klasy wielkości Classes of size			
	0—4	4—7	>7
Data Date			
5.III.	—	1	—
17.III.	—	—	1
25.IV.	1	—	—
17.V.	—	—	1
11.VI.	—	1	—
23.VII.	—	1	—
3.VIII.	—	4	1
11.VIII.	1	4	2
19.VIII.	3	2	2
25.VIII.	1	3	—
1.IX.	4	4	2
13.IX.	6	7	1
23.IX.	4	6	1
28.IX.	5	5	2
23.X.	5	4	1
16.XI.	6	3	2

Klasy wielkości Classes of size			
	0—4	4—7	>7
Data Date			
5.III.	1	1	—
25.IV.	—	1	—
17.V.	—	1	—
5.VII.	—	1	—
14.VII.	1	—	—
3.VIII.	1	—	—
11.VIII.	—	2	—
1.IX.	1	—	—
13.IX.	2	—	—
23.IX.	3	—	—
28.IX.	3	—	—
16.XI.	—	3	—

Struktura wiekowa *Tendipedidae* 1955 r.

(ilości osobników w seriach po 10 prób)

Age structure of *Tendipedidae* in 1955

(number of individuals in series of 10 samples each)

Tab. VII

Cryptochironomus defectus

Klasy wielkości Classes of size Data Date	0-4	4-7	>7
	16.III.	7	5
7.IV.	8	4	—
13.IV.	15	10	—
4.V.	2	—	—
29.VII.	—	—	5

Polypedium nubeculosum

Klasy wielkości Classes of size Data Date	0-4	4-7	>7
	7.IV.	2	—
7.VII.	4	18	4
13.VII.	—	2	2
29.VII.	—	—	2
9.VIII.	—	2	—

Cryptochironomus conjugens

Klasy wielkości Classes of size Data Date	0-4	4-7	>7
	4.V.	2	—
27.V.	2	2	—
7.VI.	—	4	—
17.VI.	2	2	—
24.VI.	—	1	—
7.VII.	2	—	—
13.VII.	2	—	—
20.VIII.	—	1	—
27.VIII.	—	2	—

Procladius

Klasy wielkości Classes of size Data Date	0-4	4-7	>7
	7.IV.	2	2
13.IV.	7	—	—
4.V.	3	1	—
27.V.	—	2	—
24.VI.	—	1	—
7.VII.	4	6	—
13.VII.	—	2	—
21.VII.	—	2	—
29.VII.	—	8	—
9.VIII.	—	—	2
20.VIII.	1	1	—
27.VIII.	—	8	2
3.IX.	—	2	—

Rozważając przyczyny powyższych prawidłowości należy stwierdzić, że nie widać wyraźnej zależności od temperatury; spadek liczebności młodych larw wyraźnie zaznacza się już w sierpniu 1954 r., gdy temperatura jest taka sama jak w lipcu; wyraźna obniżka temperatury zachodzi dopiero we wrześniu. Poza tym stwierdzono dość liczny pojaw młodych larw *Pelopia kraatzi* wczesną wiosną 1954 r. (bądź późną jesienią 1953 r.), a więc przy temperaturze stosunkowo bardzo niskiej. Jeśli porównać warunki termiczne poszczególnych lat, to okazuje się, że w 1954 r. nie są one korzystniejsze niż w 1953 r. lub w 1955 r. (fig. 2), a więc nie mogą tłumaczyć zaobserwowanych w tych latach różnic liczebności młodych larw.

To samo dotyczy stopnia stagnacji środowiska — ze względu na okresowe przepływy jest on niewątpliwie mniejszy w latach 1953 i 1955 niż w 1954 r. A więc stagnacja, w sensie deficytów tlenowych, nie jest przyczyną różnic w ilościach młodych larw.

Brak prostej zależności liczebności młodych larw od ilości składanych jaj wykazano już w rozdziale poprzednim, na przykładzie *Pelopia kraatzi*.

W świetle powyższych rozważań, przyczyn stwierdzonych prawidłowości występowania ilościowego młodych larw należy szukać w jakichś specyficznych warunkach środowiska dennego.

4. Śmiertelność larw w warunkach naturalnych

Analizę śmiertelności larw opierałem początkowo na materiale, zebrany z aparatów rurowych, przebieganym wkrótce po pobraniu. Okazało się jednak, że wobec niewielkiej powierzchni przekroju aparatu rurowego, a tym samym dużego stosunku powierzchni jego ścianek do objętości próby, stykanie się larw z powierzchnią ścianek aparatu rurowego jest znacznie częstsze niż w dużych aparatach. Oczywiście zetknięcie ze ścianką aparatu powoduje zginięcie, przecięcie itp., co wypacza rzeczywisty obraz śmiertelności. Wobec takiego stanu rzeczy, analizę śmiertelności oparto w zasadzie tylko na materiałach z aparatu Ekmana oraz jakościowego czerpaka bentosowego.

Materiały te mają charakter jedynie orientacyjny, gdyż nie obejmują całego badanego okresu. Dane piśmiennictwa odnośnie śmiertelności larw *Tendipedidae*, głównie *Tendipes* sp. div., zarówno w warunkach terenowych jak i laboratoryjnych (B o r u c k i 1939, K o n s t a n t i n o w 1951, S a d l e r 1935) podkreślają wzrost śmiertelno-

ści ze wzrostem głębokości zbiornika i zmniejszeniem ilości tlenu oraz ze wzrostem temperatury.

Moje dane pochodzą z 1954 r., częściowo też z 1953 r. i dotyczą 2 gatunków dominujących (tab. VIII).

Śmiertelność larw *Tendipedidae*
Mortality among *Tendipedidae* larvae

Tab. VIII

<i>Tendipes plumosus</i>			
Data Date	Ilość osobników pobranych Number of individuals	Ilość osobników zdechłych Number of dead individuals	% osobników zdechłych % of dead individuals
18.VIII.54	1260	3	0,3
10.IX.53	765	8	1,0
23—25.IX.54	255	7	3,0
<i>Pelopia kraatzi</i>			
7—24.VII.1953	28	0	0
9.VIII.54	55	2 — 6*	4 — 11
10.IX.53	18	3	17
18.IX.54	28	4	14
25.IX.54	40	1	2,5

* Zdechłe 2 osobniki, jednak prócz tego kilka „prawie zdechłych”
dead 2 individuals and more over several „nearly dead”

W okresie wzrostu a następnie utrzymywania się wysokiej liczebności, śmiertelność larw *Pelopia kraatzi* była bardzo niska — nie stwierdzono w ogóle osobników zdechłych (świadczą o tym materiały, pobrane aparatem rurowym w 1953 r. i obserwacje; wobec całkowitego braku osobników zdechłych w próbach, pobieranych aparatem rurowym w tym okresie, nie mają tu zastosowania zastrzeżenia, które skłoniły mnie do odrzucenia w zasadzie tych materiałów, jako

podstawy do analizy śmiertelności). W następnym okresie śmiertelność *Pelopia kraatzi* wzrasta — jest wysoka w okresie 9.VII.—18.IX. 1954 r., a więc w trakcie lub bezpośrednio po intensywnym spadku liczebności tego gatunku. Stosunkowo niski procent śmiertelności, stwierdzony 25.IX.1954 r., przypada już na okres stabilizacji ilości larw. Ta zbieżność czasowa procentu śmiertelności z przebiegiem krzywej liczebności (fig. 5), w zestawieniu z nieznaczną rolą wylotów imagines (rozd. III, pkt 2) w redukcji liczebności *Pelopia kraatzi*, świadczy o tym, iż o redukcji decyduje śmiertelność larw.

Jeśli chodzi o śmiertelność w obrębie poszczególnych klas wielkości, to zarówno obserwacje z 1953 r. jak i całkowite tłumaczenie redukcji najstarszego stadium (klasy) przez wyloty w 1954 r. (patrz rozdz. III, pkt 2) świadczą, że śmiertelność zachodzi głównie w obrębie dwóch pierwszych klas wielkości.

Śmiertelność larw *Tendipes plumosus*, niewielka w stosunku do śmiertelności *Pelopia kraatzi*, wzrasta systematycznie ku jesieni (tab. VIII) również korelując ze spadkiem ilości larw (fig. 5).

5. Skład pokarmu larw *Tendipedidae*

Skład pokarmu larw *Tendipedidae*, stanowiący niewątpliwie ważny czynnik ekologiczny, znajduje coraz szersze naświetlenie w piśmiennictwie. Duża część prac odnosi się do warunków hodowlanych, mniej lub więcej sztucznych. Stwierdzono szeroki zakres możliwości pokarmowych a zarazem wyraźną wybiórczość larw w stosunku do poszczególnych rodzajów podawanego pokarmu w warunkach hodowli (Borodicz 1956; Gorbunow 1951; Konstantinow 1951; Rodina 1957; Sadler 1935). Jednakże w warunkach naturalnych, w stawach, Borodicz (1956) u *Tendipes plumosus* wykazał raczej brak wybiórczości pokarmowej. Charakter pokarmu wywiera bardzo ważny wpływ na długość rozwoju a nawet na śmiertelność larw (Joffe 1954; Konstantinow 1951; Rusina 1956). W wielu pracach stwierdzono w odżywianiu larw *Tendipedidae* bakterie, jako ważny składnik pokarmowy (Gorbunow 1946, 1951; Gorbunow i Kosowa 1955; Borodicz 1956; Joffe 1954; Rodina 1949).

Dla zorientowania się w składzie pokarmu larw w badanym środowisku, w zbieżności pokarmowej u obu gatunków dominujących oraz celem sprawdzenia ewentualnej roli *Pelopia kraatzi* jako formy

drapieżnej w redukcji liczebności innych gatunków — przebadano przewody pokarmowe 33 osobników *Pelopia kraatzi* i 7 osobników *Tendipes plumosus*.

Przewód pokarmowy wyciągano i rozrywano przy pomocy igieł preparacyjnych, starając się w miarę możliwości usunąć ścianki jelita, a następnie zawartość rozprawdzano na szkiełku podstawowym i oglądano pod dużym powiększeniem.

Przewody pokarmowe *Tendipes plumosus* z reguły były napełnione masą, złożoną z drobnych części detrytusu i krzemionki, stosunkowo rzadko występowały drobne okrzemki i inne glony jednokomórkowe.

W przewodach pokarmowych *Pelopia kraatzi* przeważały okrzemki i to zazwyczaj duże oraz inne glony, wśród nich dużo nitkowatych; część pokarmu miała charakter podobny do pokarmu *Tendipes plumosus*. W żadnym wypadku nie stwierdzono szczątków zwierzęcych (natomiast znajdowano je u *Procladius*), *Pelopiinae* są traktowane jako formy drapieżne (Czernowski 1949; Pczelkina 1950; Thienemann 1954; Thienemann, Zavrel 1916), jednak mało jest danych faktycznych, zwłaszcza odnoszących się do warunków naturalnych. Nie znalazłem też żadnych danych o *Pelopia kraatzi*. Niewątpliwa jest zdolność *Pelopiinae* do odżywiania się w sposób niedrapieżny, np. bakteriami, glonami (Gorbunow 1951; Thienemann 1954). Eggleton (1931) stwierdził, że przewody pokarmowe *Prothentes* sp., *Tendipes plumosus* i *Oligocheta* były zawsze wypełnione mułem. Również Macdonald (1956) stwierdza, że nie wszystkie gatunki *Pelopiinae* prowadzą drapieżny tryb życia.

Wracając do postawionych na wstępie pytań, należy stwierdzić, że:

1) zbieżność pokarmu *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzi* jest raczej mała;

2) *Pelopia kraatzi* nie odgrywa roli regulacyjnej w stosunku do reszty bentosu, ponieważ w danym środowisku nie prowadzi drapieżnego trybu życia.

Przeważająca większość osobników obu gatunków miała przewody wypełnione pokarmem, co świadczy o jego obfitości w badanym środowisku.

6. Rozmieszczenie pionowe fauny bentonicznej w obrębie warstwy mułu

Analiza rozmieszczenia pionowego fauny bentonicznej i jego zmienności w czasie miała na celu uzyskanie danych o ścisłości wzajemnych kontaktów poszczególnych form bentosu.

Materiał do rozmieszczenia pionowego fauny pobierano w 1954 r. aparatem rurowym, stosując dwie metody:

a) podział monolitu mułowego na 3 warstwy — powierzchniową, rzadszego mułu, do głębokości 3—4 cm; środkową, 3—9 cm i dolną — poniżej 9 cm. Każda z tych warstw była następnie osobno płukana i umieszczana w osobnych słoikach;

b) pobieranie, obok normalnej serii prób głębokich na 15—20 cm, równoległej serii, obejmującej tylko warstwę powierzchniową mułu — 3-4 cm i zestawianie wyników obu tych serii.

Stosując analizę rozmieszczenia pionowego fauny, można się było spodziewać, że wyniki z prób dzielonych na warstwy będą w jakimś stopniu odmienne od wyników głębokich prób, płukanych w całości. W znanej mi literaturze, dotyczącej rozmieszczenia pionowego fauny (Berg 1938; Borucki 1935, 1940; Deksbach 1939; Lenz 1931; S u j e t o w 1951) sprawa ta nie była w ogóle uwzględniana.

Z moich materiałów wynika, że jeśli chodzi o formy, które ze względu na swą wielkość nie mogą przechodzić przez sito, to ilości ich w próbach powierzchniowych lub dzielonych na warstwy z jednej strony oraz w próbach całkowitych, głębokich z drugiej, są jednakowe, z różnicami w granicach błędu. Dane z prób, dzielonych na warstwy i całkowitych, dotyczące *Tendipes plumosus* (prób powierzchniowych dla tego gatunku nie można analizować pod tym względem, ponieważ część osobników występuje głębiej), są w zasadzie podobne (tab. IX) (w tym okresie larwy *Tendipes plumosus* o wielkości, pozwalającej na ucieczkę przez oczka sita, praktycznie nie występowały).

Odnosnie *Pelopia kraatzi* (o wielkości nie pozwalającej na przechodzenie przez oczka sita) (tab. X.), w przeważającej liczbie przypadków ilości larw są mniej więcej zgodne (różnica ilości 18.III.1954 r. w próbach powierzchniowych i głębokich świadczy prawdopodobnie o przebywaniu części larw w warstwach nieco głębszych).

Sprawa wygląda zupełnie inaczej, jeśli chodzi o formy, których rozmiary umożliwiają im ucieczkę przez sito. Z góry można powiedzieć, że część tych form będzie przechodzić przez sito, że ilość ich, jaką stwierdzamy w próbach, będzie zawsze niższa od ilości rzeczy-

wistej. Należało natomiast zbadać, w jakim stopniu różnią się dane, uzyskiwane za pomocą różnych metod oraz jak kształtuje się wielkość tych różnic w zależności od warunków i pór roku.

Ilość larw *Tendipes plumosus* w równoległych seriach prób jednolitych i dzielonych na warstwy; 1954 r.

Number of *Tendipes plumosus* larvae in parallel series of homogeneous samples, and samples divided into layers 1954

T a b. IX

Data Date	Ilość larw w 5 próbach Number of larvae in 5 samples	
	jednolitych total (not divided)	dzielonych na warstwy divided into layers
11.VIII.	26	20
19.VIII.	12	17
1.IX.	21	26
23.IX.	15	12

Ilość nieprzechodzących przez sito (> 4 mm) larw *Pelopia kraatzi* w równoległych seriach prób powierzchniowych i całkowitych; 1954 r.

Number of *Pelopia kraatzi* larvae not escaping through mesh of sieve in parallel series of surface and total samples 1954

T a b. X

Data Date	Ilość larw w 10 próbach Number of larvae in 10 samples	
	powierzchniowych surface	całkowitych total
5.III.	7	7
18.III.	1	6
17.V.	13	11
11.VI.	9	8
25.VIII.	22	18
13.IX.	2	2

Z góry też można było przewidzieć zależność ilości larw od czasu płukania — im dłużej trwa proces płukania, tym więcej osobników ma szansę ucieczki przez oczka sita.

Analizę tego zagadnienia oparto na porównaniu prób powierzch-

niowych i głębokich (lub, co nie stanowi w tym wypadku różnicy, prób dzielonych na warstwy i całkowitych) w odniesieniu do form, mogących przechodzić przez sito, w okresach, gdy formy te występują tylko w powierzchniowej warstwie mułu (patrz dalej).

Czas płukania jednej próby, obejmującej tylko powierzchniową warstwę mułu, wynosił ok. 0,75 minuty, zaś jednej próby całkowitej — ok. 2 minut, a więc prawie trzy razy więcej.

W pewnych okresach ilości mogących przechodzić przez sito larw najmłodszego (wg mojej umownej klasyfikacji — patrz rozdz. III, pkt 3) stadium larwalnego są całkowicie zgodne w próbach powierzchniowych i głębokich, w innych (5.III.1954 r., 25.IV.1954 r., 13.IX.1954 r., 23.IX.1954 r.) w próbach powierzchniowych zdecydowanie wyższe (tab. XI). Różnice danych z 5.VII. i 7. VII. 1954 r. świadczą prawdopodobnie o rzeczywistej zmianie ilości w ciągu tych trzech dni. Fakty te prowadzą do wniosku, że larwy *Pelopia kraatzii* nie zawsze korzystają z możliwości ucieczki przez sito; zależy to prawdopodobnie od stopnia ich aktywności w danym okresie. Trudno oczywiście wskazać przyczyny tych zmian aktywności. Można by jeszcze mieć wątpliwości, czy różnice w ilościach larw najmłodszego stadium *Pelopia kraatzii* w próbach powierzchniowych i głębokich nie mają miejsca wtedy, gdy w efekcie wylęgu młodych larw, w obrębie pierwszej klasy wielkości (0—4 mm), więcej jest larw mniejszych rozmiarów, zaś brak różnic wtedy, gdy w obrębie pierwszego stadium przeważają larwy starsze, o bardziej ograniczonej możliwości ucieczki przez sito. Okazuje się jednak, że w okresach, gdy ilość larw pierwszego stadium jest wyższa w próbach powierzchniowych niż w próbach głębokich, procent larw łatwiej mogących przechodzić przez sito (0—3 mm długości) nie jest większy (wynosi mianowicie 66^{0/0}) niż w próbach głębokich (73^{0/0}). A więc wspomniane różnice ilości można tłumaczyć jedynie różną aktywnością larw w różnych okresach. Jak widać z przytoczonego materiału, w niektórych okresach (13.IX, a zwłaszcza 23.IX.1954 r.), na podstawie wyłącznie prób głębokich, można by w ogóle nie uchwycić wylęgu młodych larw. Odnosi się to również do *Cryptochironomus conjugens* (tab. XII), gdzie różnice są jeszcze większe (5.III., 25.IV.1954 r.). Niektóre formy (*Polypedilum nubeculosum*, *Cryptochironomus defectus*) (tab. XII) wykazują zgodność ilości najmłodszego stadium w próbach powierzchniowych i głębokich.

Porównanie struktury wiekowej *Cryptochironomus defectus*, *Cryptochironomus conjugens* i *Polypedilum nubeculosum* w próbach jednolitych (głębokich) i powierzchniowych (ilości osobników w seriach po 10 prób); 1954 r.

Comparison of age structure of *Cryptochironomus defectus*, *Cryptochironomus conjugens* and *Polypedilum nubeculosum* in total (deep) and surface samples (numbers of individuals in series of 10 samples); 1954

T a b. XII

Gatunek Species		<i>Cryptochironomus defectus</i>			<i>Cryptochironomus conjugens</i>			<i>Polypedilum nubeculosum</i>		
Data Date	Rodzaj prób Type of samples	Klasy wielkości (w mm) Classes of size (in mm)								
		0-4	4-7	>7	0-4	4-7	>7	0-4	4-7	>7
5.III.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	—	1	—	—	—	—	—	1	2
	Powierzchniowe Surface	1	—	1	8	—	—	—	2	—
18.III.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	—	—	—	—	—	—	2	1	4
	Powierzchniowe Surface	—	—	1	—	—	—	4	2	4
25.IV.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	—	—	—	5	—	—	—	—	—
	Powierzchniowe Surface	1	—	—	18	—	—	—	—	—
17.V.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Powierzchniowe Surface	—	—	1	1	—	—	—	—	—
5.VII.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Powierzchniowe Surface	—	1	—	—	—	—	—	—	—
25.VIII.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	—	—	3	—	—	—	—	—	—
	Powierzchniowe Surface	1	—	1	—	—	—	—	—	—
13.IX.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	5	6	1	—	—	—	—	—	—
	Powierzchniowe Surface	5	5	—	—	—	—	1	—	—

Z *Oligochaeta* sprawa jest o tyle specyficzna, że w omawianych materiałach były to w olbrzymiej większości osobniki młode, mogące przechodzić przez sito, ponadto (z wyjątkiem serii z 17.V.1954 r.) znaczna ich większość przebywała w warstwie powierzchniowej, co pozwala na porównanie stosunków ilościowych w próbach powierzchniowych i całkowitych (głębokich), z praktycznie niewielkim błędem. Okazuje się, że wiosną dłuższy czas płukania powoduje ucieczkę części osobników przez sito, latem zaś nie (tab. XIII). Różnice jednak są w tym wypadku nieznaczne.

Zmiany stosunku ilości *Oligochaeta* w próbach powierzchniowych i całkowitych
Changes in the relation of the numbers of *Oligochaeta* in surface and total samples

T a b. XIII

Data Date	5.III.	18.III.	17.V.	11.VI.	5.VII.	25.VII.	13.IX.
Stosunek ilości <i>Oligochaeta</i> w próbach powierzchniowych do ilości w próbach całkowitych	1,3	1,3	0,6	1,2	1,0	1,0	1,0
Relation of numbers of <i>Oligochaeta</i> in surface, to numbers in total samples							

Dane o rozmieszczeniu pionowym bentosu (fig. 20) podają tylko w odniesieniu do dwóch warstw (a nie trzech, które wyróżniano w znacznej części materiału) tzn. powierzchniowej, o grubości ok. 3—4 cm i pozostałej, głębokiej, obejmującej warstwę środkową i dolną prób dzielonych na warstwy, a więc ok. 4—20 cm poniżej powierzchni mułu. Przy opracowywaniu materiału okazało się bowiem, że warstwa dolna, więc ok. 9 cm poniżej powierzchni mułu, jest praktycznie całkowicie pozbawiona fauny. Poza tym wyróżnianie tylko dwóch warstw umożliwia łączne potraktowanie prób, pobieranych w dwojaki sposób (patrz wyżej).

Prasowanie osadów (B o r u c k i 1940) w moim przypadku, przy dość dużej ściśłości mułu oraz orientacyjnej tylko, nie precyzyjnej, analizie rozmieszczenia pionowego, nie odgrywało poważniejszej roli.

Jak wynika z piśmiennictwa (B o r u c k i 1938, 1940; C z e r n o w s k i 1939), zbiorniki płytkie dają specyficzny i trudny do wytłumaczenia obraz rozmieszczenia pionowego fauny. Jest ona mianowicie

rozmieszczona w kilkucentymetrowej, powierzchniowej warstwie mułu. Na podobnych, małych głębokościach w jeziorach, rozmieszczenie nosi zwykle ten sam charakter, jednak zdarza się, że fauna występuje tu do głębokości kilkunastu i więcej centymetrów (B o r u c k i 1935; L e n z 1931). Trudno tu zresztą uogólniać, ze względu na małą

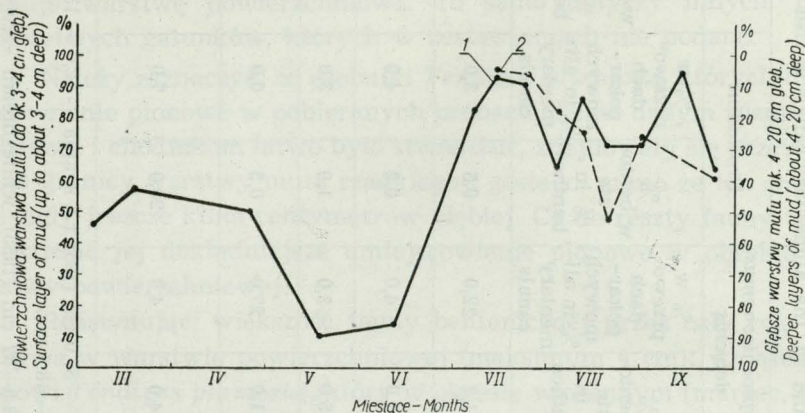


Fig. 20. Zmienność rozmieszczenia pionowego fauny bentonicznej w warstwie mułu, 1954 r.

1 — *Tendipes plumosus*. 2 — *Oligochaeta*

Variability of vertical distribution of benthonic fauna in the layer of mud, 1954

ilość prac. Na ogół w jeziorach fauna najgłębiej penetruje w podłoże sublitoralu, zaś w profundalu i litoralu opanowuje tylko warstwy powierzchniowe. O ile w odniesieniu do profundalu można to tłumaczyć wpływem stosunków tlenowych (B r u n d i n 1951), o tyle interpretacja ta odpada w stosunku do zbiorników płytkich i do strefy litoralnej jezior. Nie wyjaśnia tego i stwierdzona zależność rozmieszczenia pionowego od charakteru dna (B o r u c k i 1940).

Migracje dobowe bentosu są raczej nieznaczne (B o r u c k i 1935; D e k s b a c h 1939).

Ciekawą i ważną jest zależność rozmieszczenia pionowego larw *Tendipes plumosus* w warstwie mułu (w warunkach akwariowych) od ich zagęszczenia (S u j e t o w 1951).

Moje materiały, dotyczące rozmieszczenia pionowego bentosu (fig. 20), są w zasadzie zgodne z danymi piśmiennictwa — w sezonie letnim zdecydowana większość (ok. 80%) *Tendipes plumosus* i *Oligochaeta* występuje na głębokości ok. 4 cm, pozostałe 20% głębiej, ale nie poniżej 9 cm. Wiosną znaczna część, bo 50—90% *Tendipes*

Porównanie składu % *Tendipedidae* w bentosie oraz przewodach pokarmowych ryb
Comparison of % composition of *Tendipedidae* in the benthos, and in the alimentary canals of fish

Tab. XIV

Data Date	Badane ryby Fish examined		<i>Pelopia kraatzi</i>		<i>Tendipes plumosus</i>		<i>Cryptochironomus defectus</i>		<i>Procladius</i>		Razem Total	
	Gatunek Species	Ilość osobników Number of individuals	% w bentosie % in benthos	% w przewodach pokarmowych % in alimentary canals	% w bentosie % in benthos	% w przewodach pokarmowych % in alimentary canals	% w bentosie % in benthos	% w przewodach pokarmowych % in alimentary canals	% w bentosie % in benthos	% w przewodach pokarmowych % in alimentary canals	% w bentosie % in benthos	% w przewodach pokarmowych % in alimentary canals
18-19. VIII. 1954	leszcz bream	5	38,0	64,0	48,0	11,0	11,2	22,0	0,5	3,0	97,5	90,0
18-19. VIII. 1954	krąp white-bream	5	38,0	88,0	48,0	4,0	11,0	4,0	0,5	4,0	97,5	100,0
4.VIII. 1954	okoń perch	4	52,0	78,0	41,0	8,0	5,0	3,0	1,0	3,0	99,0	92,0
18-19. VIII. 1954	pioł roach	7	38,0	33,0	40,0	7,0	11,0	27,0	0,5	0,0	97,5	67,0
25. VI.- 20. VIII. 1955	leszcz bream	9	28,0	41,0	40,0	45,0	4,0	4,0	20,0	7,0	92,0	97,0

Długość badanych ryb wynosiła: leszcza 14,5 — 17,5 cm (1954 r.) i 18,0 — 37,0 cm (1955 r.), krapia — 12,0 — 13,0 cm, okonia 4,7 — 6,0 cm, płości — 13,5 — 18,5 cm.

The length of fish examined was: bream -14,5—17,5 cm (1954) and 18,0—37 cm (1955), white-bream -12,0—13,0 cm, perch -4,7—6,0 cm, roach -13,5—18,5 cm.

plumosus przemieszcza się głębiej, do warstwy 4—9 cm. Zimą (11.I.1954 r.) *Tendipes plumosus* występował wyłącznie w warstwie powierzchniowej.

Dane, dotyczące *Pelopia kraatzi* z prób dzielonych na warstwy (okres letni) wykazują, że zawsze 100% lub prawie 100% larw zajmuje warstwę powierzchniową. To samo dotyczy innych, mniej licznych gatunków, których w zestawieniach nie podano.

Należy zaznaczyć, że osobniki *Tendipes plumosus*, których umiejscowienie pionowe w pobieranych próbach, dzięki dużym rozmiarom, barwie i chodnikom łatwo było stwierdzić, znajdowały się przeważnie na granicy warstwy mułu rzadkiego i gęstego, mimo że ich chodniki biegly jeszcze kilka centymetrów głębiej. Co do reszty fauny trudno określić jej dokładniejsze umiejscowienie pionowe w obrębie warstwy powierzchniowej.

Reasumując: większość fauny bentonicznej przez cały rok przebywa w warstwie powierzchniowej (maksimum 4 cm); wyjątek stanowi *Tendipes plumosus*, który w okresie wiosennym (marzec, kwiecień) w ok. 50 a nawet 90% osobników (maj, czerwiec) występuje nieco głębiej (do 9 cm w głąb mułu). Tak więc w okresie letnim rozmieszczenie pionowe poszczególnych gatunków bentosu względem siebie nie ulega poważniejszym zmianom.

7. Zróżnicowanie rozmieszczenia fauny bentonicznej w przestrzeni

Mimo znacznej jednolitości badanego środowiska (różnica głębokości na krańcach badanego zbiornika, a właściwie jego wycinka — 20 cm), okresowe zróżnicowanie rozmieszczenia przestrzennego dominujących gatunków *Tendipedidae* rzucało się w oczy. Fakt ten wykorzystano do uzyskania danych pośrednich o stanie środowiska i wzajemnych stosunkach fauny bentonicznej. Oparto się przy tym na wskaźniku (fig. 21), stanowiącym stosunek ilości larw danego gatunku w próbach z części nieco płytszej do ich ilości w próbach z części nieco głębszej stanowiska (serię prób 10 podzielono na dwie grupy po 5 prób).

Tendipes plumosus w okresie późnej wiosny i wczesnego lata (czerwiec—lipiec) występuje liczniej w nieco płytszej części terenu, w okresie od sierpnia do listopada jest rozmieszczony mniej więcej

równomiernie. Wczesną wiosną (marzec—maj) występuje liczniej, w strefie nieco głębszej.

Pelopia kraatzi w okresie późnej wiosny i wczesnego lata zachowuje się odwrotnie niż *Tendipes plumosus* — liczniej występuje w strefie nieco głębszej; w sierpniu i wrześniu obraz jest niejasny — krzywa waha się znacznie, jednak już od końca września do listopada ustala się rozmieszczenie bardziej równomierne, podobnie jak w przypadku *Tendipes plumosus*, choć wahania są tu znacznie większe.

Opisane zmiany rozmieszczenia są trudne do zinterpretowania i mogłyby stanowić osobny temat pracy. Ograniczę się do wniosków, które wiążą się bezpośrednio z głównym celem niniejszej pracy:

1) zróżnicowanie i przeciwstawność rozmieszczenia (w czerwcu i lipcu) *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzi* nie tłumaczy się czynnikami hydrochemicznymi w sensie ogólnie przyjętym. Pomijając już fakt, że w tym okresie całość środowiska objętego pracą wykazuje dobre i względnie wyrównane stosunki hydrochemiczne (patrz

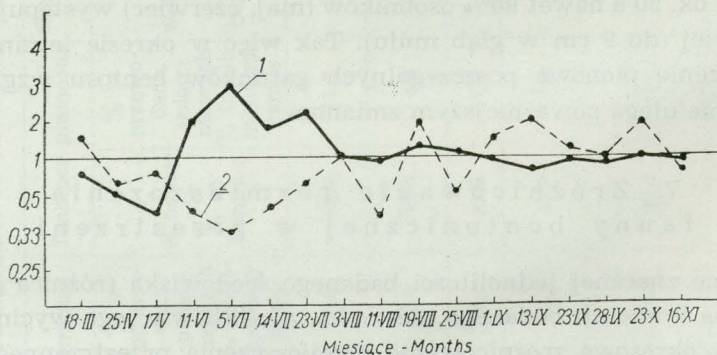


Fig. 21. Wskaźnik rozmieszczenia przestrzennego *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzi*, 1954 r.

1 — *Tendipes plumosus*. 2 — *Pelopia kraatzi*

Space distribution indicator of *Tendipes plumosus* and *Pelopia kraatzi*, 1954

rozd. I, pkt 2); gdyby nawet założyć, że mają tu miejsce początki stagnacji, to oczywiście byłaby ona silniej zaznaczona w strefie nieco głębszej. Liczniejsze występowanie *Pelopia kraatzi* (mniej odpornej na stagnację) w tej strefie, przy mniej liczniejszym występowaniu *Tendipes plumosus* (formy bardziej odpornej na stagnację), zdecydowanie przeczy takiej interpretacji. Poza tym przeczy temu również

Pelopia kraatzi, 1954 r. Porównanie struktury wiekowej w próbach jednolitych (głębokich) i powierzchniowych, (ilości osobników w seriach po 10 prób), lub dzielonych na warstwy (serie po 5 prób; ilości osobników przeliczone na 10 prób) *Pelopia kraatzi* 1954. Comparison of age structure in total (deep) and surface samples (series of 5 samples each; number of individuals calculated for 10 samples)

Tab. XI

Data Date	Rodzaj prób Type of samples	Klasy wielkości (w mm) Classes of size (in mm)		
		0—4	4—7	> 7
5.III.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	3	6	—
	Powierzchniowe lub dzielone na warstwy Surface, or divided into layers	9	4	3
18.III.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	5	3	2
	Powierzchniowe lub dzielone na warstwy Surface, or divided into layers	5	—	1
25.IV.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	1	—	—
	Powierzchniowe lub dzielone na warstwy Surface, or divided into layers	5	3	3
17.V.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	3	7	4
	Powierzchniowe lub dzielone na warstwy Surface, or divided into layers	4	10	3
11.VI.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	—	—	8
	Powierzchniowe lub dzielone na warstwy Surface, or divided into layers	—	4	5
5.VII.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	15	13	13
7.VII.	Powierzchniowe lub dzielone na warstwy Surface, or divided into layers	35	43	27
11.VIII.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	6	32	—
	Dzielone na warstwy Divided into layers	6	20	2
19.VIII.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	2	16	4
	Dzielone na warstwy Divided into layers	4	14	8
25.VIII.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	1	13	5
	Powierzchniowe lub dzielone na warstwy Surface, or divided into layers	3	17	5
1.IX.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	2	8	2
	Dzielone na warstwy Divided into layers	—	8	—
13.IX.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	2	2	—
	Powierzchniowe lub dzielone na warstwy Surface, or divided into layers	10	2	—
23.IX.	Jednolite (głębokie) Total (deep)	—	—	—
	Dzielone na warstwy Divided into layers	16	—	—

liczną występowanie w obu strefach młodych osobników *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzii*;

2) zmiany rozmieszczenia przestrzennego w czasie — począwszy od sierpnia tendencja do równomiernego rozmieszczenia na całym badanym terenie — są dodatkowym dowodem, świadczącym o dobrych warunkach tlenowych w ciągu całego sezonu. Pogorszenie warunków tlenowych zaznaczyłoby się niewątpliwie przede wszystkim w strefie nieco głębszej, powodując obniżkę ilości organizmów (przez migrację, śmiertelność, zahamowanie wylęgów itp.), czego nie zaobserwowano;

3) zróżnicowanie i zmiany rozmieszczenia obu gatunków dominujących nie wynikają chyba z ich stosunków wzajemnych, ponieważ: a) nie stwierdzono, aby w próbach o większej liczebności jednego gatunku drugi gatunek występował mniej licznie, czego należałoby się spodziewać przy istotnej roli bezpośredniego wzajemnego oddziaływania tych gatunków; rozmieszczenie wzajemne jest raczej przypadkowe; b) zmiany rozmieszczenia w czasie nie stoją w żadnym związku ze zmianami liczebności obu gatunków; niewątpliwie czynnikiem bardzo ważnym przy istotnej roli oddziaływania wzajemnego byłaby liczebność.

Tak więc zróżnicowania przestrzennego *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzii* oraz zmian tego zróżnicowania w czasie nie można wytłumaczyć zróżnicowaniem hydrochemicznym środowiska (w znaczeniu stopnia stagnacji), ani też bezpośrednim oddziaływaniem wzajemnym tych dwóch gatunków, natomiast nie wyklucza się możliwości oddziaływania wzajemnego poprzez przekształcanie środowiska.

Nie ma również powodu przypuszczać, że zróżnicowanie rozmieszczenia przestrzennego i jego zmiany w czasie są wynikiem odpowiedniego, strefowego składania jaj przez imagines. Przy połowach kładek jajowych nie zauważono takiej strefowości a z danych piśmiennictwa (B o r u c k i 1939; E g g l e t o n 1931) wynika, że nawet na jeziorach, gdzie zróżnicowanie jest znacznie większe, jaja są na całej powierzchni rozmieszczone dość równomiernie.

8. Wyżeranie fauny dennej przez ryby

Za podstawę do niniejszego rozdziału posłużyły z jednej strony dane porównawcze z dynamiki ilościowej bentosu w środowisku w pełni dostępnym dla ryb i w odgradzonych od ryb wycinkach tego środowiska, z drugiej — wyniki analizy przewodów pokarmowych ryb. Odgradzanie od ryb przeprowadzano w sposób dwójaki: a) przez wbicie

w muł na głębokość 7—10 cm cylindrów do połowu imagines; metodę tę stosowano na terenie objętym niniejszą pracą; b) przez zagrodzenie ok. 10 m² powierzchni dna przy pomocy żelaznej siatki cynkowej, o oczkach 5×5 mm; tę metodę zastosowano na innym stanowisku łąchy Konfederatka (patrz mapka — odcinek ujściowy), w miejscu o zbliżonej głębokości, charakterze dna i ilości *Tendipedidae*, co pozwalała na wykorzystanie tutaj uzyskanego materiału.

Zarówno cylindry jak i zagroda z siatki wystawały kilkadziesiąt centymetrów ponad wodę. Cylindry zapewniały całkowitą niemożność wymiany fauny, znajdującej się wewnątrz i zewnątrz nich (średnica oczek siatki 0,25 × 0,25 mm, zanurzenie cylindra w mule poniżej dolnej granicy bytowania fauny), czego oczywiście nie zapewniała zagroda z siatki; w przypadku zagrody z siatki trudno więc twierdzić o istnieniu czy nieistnieniu wymiany fauny.

Cylindry przez większą część okresu nakryte były kłozami łownymi, co jednakże nie miało wpływu na stan fauny bentonicznej, wobec tego, że ilości wylęgających się młodych larw w tym okresie (30.VIII—24.IX.1954 r.) były już bardzo niskie.

Jak wiadomo, dokładne ilościowe obliczenie roli ryb w redukcji bentosu na podstawie analizy przewodów pokarmowych jest niemiernie trudne, wymaga bardzo wielu danych uzupełniających. Rozporządzając stosunkowo niewielką ilością przebadanych przewodów pokarmowych ryb, ograniczę się tu do wniosków porównawczych, wskaźnikowych.

Grupa gatunków, stanowiąca łącznie ponad 90% *Tendipedidae* bentosowych, podobny procent stanowiła w pokarmie ryb (aczkolwiek poszczególne gatunki tej grupy takiej proporcjonalności nie wykazują, np. w 1954 r. *Pelopia kraatzi* jest wyżerana intensywniej, zaś *Tendipes plumosus* znacznie słabiej, niżby się można spodziewać po ich procencie w bentosie). Świadczy to o tym, iż badane ryby zerowały właśnie w tym środowisku.

Jednakże porównanie ilości *Tendipedidae* w środowisku dostępnym dla ryb oraz w jego wycinkach, zagrodzonych przy pomocy cylindrów z gazy, co zapewniało nie tylko ochronę przed wyżeraniem przez ryby, ale również przed migracjami bentosu, różnic nie wykazują. W lipcu 1954 r. po kilkunastu dniach „postoju” cylindrów stwierdzono w nich (pobrano po dwie próby w czterech cylindrach) liczebność sumaryczną *Tendipedidae* wynoszącą 10800 os./1m²; *Pelopia kraatzi* 6000 os./1m²; *Tendipes plumosus* zaś 4400 os./1m². W są-

siadującym środowisku niezagrodzonym, liczebność sumaryczna *Tendipedidae* wynosiła 11100 os./1m², liczebność *Pelopia kraatzi* 5700 os./1m² a *Tendipes plumosus* 4500 os./1m².

We wrześniu 1955 r., po 25 dniach „postoju” cylindrów, liczebność sumaryczna *Tendipedidae* z 700 os./1m² (30.VIII.) spadła na 400 os./1m² (24.IX.) i to zarówno w cylindrach (po sześć prób w dwóch cylindrach) jak i w środowisku sąsiadującym. Podobne zjawisko stwierdzono na terenie zagrodzonym drucianą siatką.

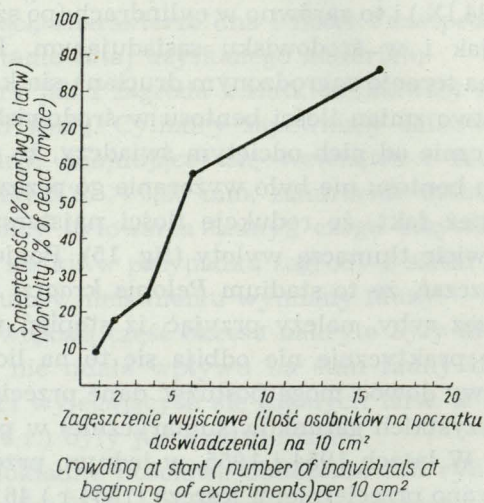
Podobieństwo zmian ilości bentosu w środowisku dostępnym dla ryb oraz sztucznie od nich odciętych świadczy, że główną przyczyną redukcji ilości bentosu nie było wyżeranie go przez ryby. Przemawia za tym również fakt, że redukcję ilości najstarszej klasy *Pelopia kraatzi* całkowicie tłumaczą wyloty (fig. 15). Ponieważ nie ma podstaw przypuszczać, że to stadium *Pelopia kraatzi* nie jest a inne są wyżerane przez ryby, należy przyjąć, iż stopień wyżerania jest na tyle mały, że praktycznie nie odbija się to na liczebności bentosu. Jako dodatkowy dowód mogą posłużyć dane przeciętnych ilości *Tendipedidae* (wszystkich gatunków sumarycznie) w przewodach pokarmowych ryb. W latach 1954 i 1955, w jednym przewodzie pokarmowym znajdowano przeciętnie: u leszcza (1954 r.) 46 i (1955 r.) 25 larw *Tendipedidae*; u krąpia — (1954 r.) 39 i (1955 r.) 4 larwy *Tendipedidae*; u płoci — (1954 r.) 12,5 i (1955 r.) 1 larwę *Tendipedidae*. (W 1954 r. przebadano ogółem 8 leszczy, 4 krąpie, 11 płoci. W 1955 r. — 9 leszczy, 9 krąpi i 11 płoci). Jak wynika z powyższego, ilości larw wyżeranych przez ryby były w 1954 r. znacznie wyższe niż w 1955 r. Mimo intensywniejszego wyżerania, ilość *Tendipedidae* w bentosie, w 1954 r. była znacznie wyższa niż w 1955 r. (rozdz. II, pkt 2).

Tak więc wszystkie trzy różne podejścia do zagadnienia wpływu ryb na liczebność *Tendipedidae* w badanym środowisku, tzw. analiza ilości bentosu w środowisku dostępnym i izolowanym od ryb, redukcja liczebności najstarszej klasy *Pelopia kraatzi*, kwestia ilości *Tendipedidae* w przewodach pokarmowych ryb w latach o różnej liczebności ich w bentosie — wskazują, że wpływ ten jest bardzo mały.

9. Wpływ zagęszczeń larw *Tendipes plumosus* na ich wyżywalność i liczebność

Z jednej strony wiadomo jest zarówno z piśmiennictwa (Grandlewska - Deksbach 1939; Konstantinow 1951), jak i z danych własnych (fig. 22), że ze wzrostem zagęszczenia larw

w warunkach sztucznych śmiertelność rośnie, z drugiej — ilości *Tendipes plumosus* w bentosie wahają się w szerokich granicach, często są bardzo znaczne, dochodzą do kilkunastu osobników na 10 cm² (kilkanaście tysięcy na 1 m²) (Johnson, Munger 1930; Kobia-



Ilość	powtarzeń	11	4	5	7	4
	osobników użytych do doświad.	12	11	28	76	120

Fig. 22. Zależność śmiertelności larw *Tendipes plumosus* od zagęszczenia (doświadczenia² akwariowe)

Dependence of mortality among *Tendipes plumosus* larvae on crowding (aquarium experiments)

k o w a 1949; Ż a d i n 1950). Również na badanym terenie stwierdzono dość znaczne ilości — średnio ok. 4 osobników na 10 cm², a w poszczególnych próbach do 13 osobników na 10 cm². Średnie ilości drugiego dominanta — *Pelopia kraatzi*, w okresie maksimum liczebności wynosiły powyżej 8 osobników na 10 cm² (8000 os./1 m²),

² Doświadczenia przeprowadzono we wrześniu 1954 r., w słoikach o pojemności 100 cm³, powierzchni 20 cm² oraz w akwariach o powierzchni 32 cm² i pojemności 380 cm³. Długość trwania doświadczenia 10—16 dni. Użyty muł był uprzednio pozbawiony organizmów przez przesiewanie. Warstwa wody nad mułem w doświadczeniach wynosiła ok. 3 cm. Raz dziennie wodę mieszano, w celu zlikwidowania ewentualnych deficytów tlenowych i usunięcia tworzących się niekiedy na powierzchni błonek bakteryjnych.

a w poszczególnych próbach — do 27 os./10 cm². Odpowiednio średnie ilości *Oligochaeta* wynosiły ponad 100 osobników na 10 cm² (100 000 os./1 m²).

W celu zorientowania się, czy możliwe jest w danych warunkach sztuczne zwiększenie ilości larw, zastosowano zagęszczenie larw *Tendipes plumosus* w środowisku naturalnym. Materiał pobierano z tego samego środowiska przy pomocy aparatu Ekmana, przesiewano przez sito o oczkach 2 × 2 mm, a następnie, nie wyjmując sita z wody, delikatnie wyławiano larwy i wkładano do słoika z wodą. Zebrawszy kilkadziesiąt osobników wylewano zawartość słoika do wnętrza cylindra eksperymentalnego (analogicznego do cylindrów do połowu imagines),

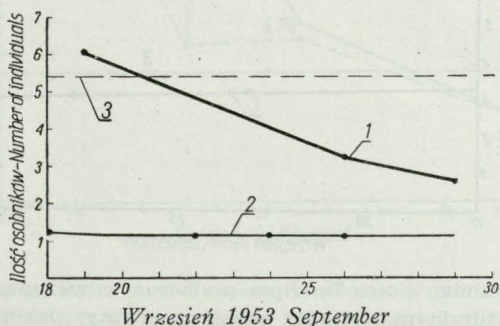


Fig. 23. Przebieg zmian ilości *Tendipes plumosus* w warunkach zagęszczenia w środowisku naturalnym (cylinder eksperymentalny)

1 — Średnia ilość na 10 cm² wewnątrz cylindra eksperymentalnego. 2 — Średnia ilość na 10 cm² w środowisku sąsiadującym. 3 — Średnia ilość larw na 10 cm² bezpośrednio po zagęszczeniu, obliczona na podstawie ilości wpuszczonych osobników

Course of changes in numbers of *Tendipes plumosus* in crowded conditions in natural environment (experimental cylinder)

1 — Average number per 10 cm² within the experimental cylinder. 2 — Average number per 10 cm² in neighbouring environment. 3 — Average number of larvae per 10 cm² immediately after crowding, calculated on basis of numbers of individuals introduced

wbitego na 10—15 cm w mul, w celu utrudnienia larwom uciezki. Potem, w kilkudniowych odstępach, pobierano wewnątrz cylindrów po 5 prób aparatem rurowym. Ilość larw wewnątrz cylindrów na skutek śmiertelności z reguły spadała (fig. 23—25). Śmiertelność nie wynikała przy tym z metodyki zagęszczania larw, gdyż, jak wyżej wspomniano, obchodzono się z nimi delikatnie. Również dane piśmienictwa (Eggleton 1931; Suetow 1951), dotyczące hodowli larw, pochodzących ze zbiorników naturalnych, świadczą o bardzo ma-

łej śmiertelności (poniżej 1%) materiału wyjściowego. Wynika z tego, że w wyżej opisanych warunkach naturalnych nie można drogą zagęszczenia wyrośniętych larw osiągnąć poziomu kilkakrotnie wyż-

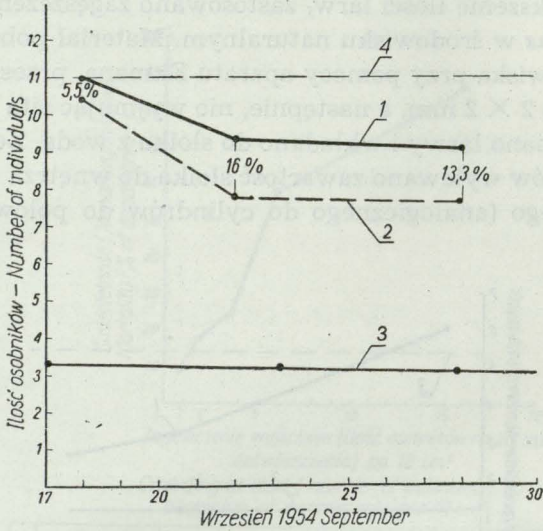


Fig. 24. Przebieg zmian ilości *Tendipes plumosus* w warunkach zagęszczenia w środowisku naturalnym (cylinder eksperymentalny). Różnica między linią ciągłą i przerywaną odpowiada średniej ilości larw zdechłych. Procentowo wyrażają to zamieszczone cyfry

1 — Średnia ilość wszystkich larw na 10 cm² wewnątrz cylindra doświadczalnego. 2 — Średnia ilość larw żywych na 10 cm² wewnątrz cylindra doświadczalnego. 3 — Średnia ilość larw na 10 cm² w środowisku sąsiadującym. 4 — Średnia ilość larw na 10 cm² bezpośrednio po zagęszczeniu, obliczona na podstawie ilości wpuszczonych osobników

Course of changes in number of *Tendipes plumosus* in crowded conditions in natural environment (experimental cylinder). Difference between continuous line and broken line corresponds to average number of dead larvae. The figures included express this in percentages

1 — Average number of all larvae per 10 cm² within experimental cylinder. 2 — Average number of live larvae per 10 cm² within experimental cylinder. 3 — Average number of larvae per 10 cm² in neighbouring environment. 4 — Average number of larvae per 10 cm² immediately after crowding, calculated on basis of numbers of individuals introduced

szego. Trudno określić, czy przyczyną tego są warunki hydrochemiczne, czy np. określone stosunki i oddziaływanie wzajemne larw między sobą oraz z pozostałymi komponentami fito- i zoocenozy bentonicznej. Jest to sprawa dalszych badań. Niewątpliwie, przy dłuższym trwaniu doświadczenia, warunki hydrochemiczne oddziałują wtór-

nie — w wyniku śmiertelności larw i ich rozkładu następuje zatrucie środowiska, powodujące dalszą śmiertelność. Z tego względu (w doświadczeniu z sierpnia 1954 r.) oraz z powodu zbytnej krótkotrwało-

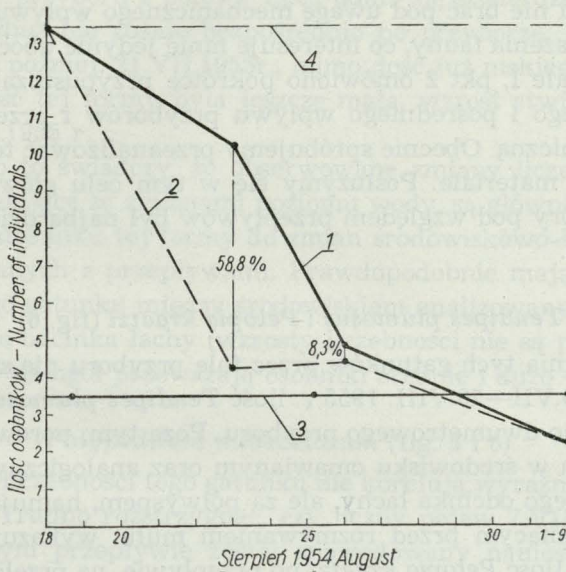


Fig. 25. Przebieg zmian ilości larw *Tendipes plumosus* w warunkach zagęszczenia w środowisku naturalnym (cylinder eksperymentalny). Oznaczenia jak na fig. 24

Course of changes in numbers of *Tendipes plumosus* larvae in crowded conditions in natural environment (experimental cylinder). Markings as for fig. 24

ści doświadczeń we wrześniu 1953 i 1954 r., nie można nic powiedzieć na temat ostatecznego ustalenia się poziomu ilościowego larw w środowisku.

Niewątpliwym faktem, stwierdzonym we wszystkich trzech wypadkach, jest śmiertelność larw sztucznie zagęszczonych, nie wywołana przyczynami technicznymi, lecz wynikająca z określonego stanu środowiska lub też ze stanu środowiskowo-biocenotycznego.

10. Zależność liczebności bentosu od przyborów i przepływów wody

Dane piśmiennictwa na temat wpływu przyborów na stan fauny w zbiornikach przyrzecznych (Gurianowa 1947; Kobiakowa 1949; Kołosowa 1954; Ravera 1951; Zimina 1954; Žadin

1940, 1950) są jeszcze, w związku z wielostronnością wpływu przyborów i zależności od konkretnych warunków, zbyt fragmentaryczne i zbyt mało precyzyjne, aby można z nich wysnuwać ogólniejsze wnioski (jeśli nie brać pod uwagę mechanicznego wpływu — wymywania i nanoszenia fauny, co interesuje mnie jedynie ubocznie).

W rozdziale I, pkt 2 omówiono pokrótce przypuszczalne sposoby bezpośredniego i pośredniego wpływu przyborów i przepływów na faunę bentoniczną. Obecnie spróbujemy przeanalizować te sprawy na konkretnym materiale. Posłużymy się w tym celu głównie danymi z 1955 r., który pod względem przepływów był najbardziej zróżnicowany (fig. 2).

Tendipes plumosus i *Pelopia kraatzi* (fig. 6)

Wymywania tych gatunków przez falę przyboru nie stwierdzono. W okresie 29.VII—20.VIII. 1955 r. ilość *Tendipes plumosus* nie zmieniła się, mimo dwumetrowego przyboru. Poza tym, porównanie ilości tego gatunku w środowisku omawianym oraz analogicznym, w obrębie tego samego odcinka łachy, ale za półwyspem, hamującym impet wody i chroniącym przed rozmywaniem mułu, wykazuje równoległość zmian. Ilość *Pelopia kraatzi* po przepływie, na przełomie czerwca i lipca 1955 r. spada, jest to jednakże prawdopodobnie zbieżność przypadkowa, gdyż, podczas dwukrotnie wyższego przyboru w połowie lipca, utrzymuje się na niezmiennym poziomie. Fakty te świadczą o braku bezpośrednich zależności obu omawianych gatunków od przepływu.

Procladius (fig. 6)

W okresie letnim 1955 r. zaznacza się zależność tego typu, że maksimum ilości larw przypada na niski stan wody, minimum na wysoki. Nasuwa to przypuszczenie o wymywaniu *Procladius* w czasie maksimum przyboru i nanoszeniu w okresie spadku poziomu wody, co jednak jest tylko pozorne. Wprawdzie w faunie, niesionej przez wody w czasie przyborów (materiały jeszcze nie publikowane), stwierdzono okresowo obecność *Procladius* (częściowo mógł on pochodzić z wyżej leżących odcinków tej samej łachy), jednakże szereg danych przemawia przeciwko istotnemu wpływowi nanoszenia i wymywania na liczebność tej formy w bentosie.

Wiosną 1955 r. nie stwierdza się zależności od przyborów wody (fig. 2 i 6). *Pelopia kraatzi*, gatunek zbliżony pod względem przynależ-

ności systematycznej i ekologicznej, nie wykazuje zależności od przepływów (brak wymywania).

Odnosnie przyboru z połowy lipca udało się stwierdzić, że liczebność *Procladius* nie rośnie bezpośrednio po przyborze, lecz dopiero w jakiś czas później. 21.VII.1955r., mimo dość już niskiego stanu wody, liczebność tej formy była jeszcze mała, wzrost stwierdzono dopiero 29.VII.1955 r.

Wszystko to świadczy, że obserwowane zmiany liczebności *Procladius*, korelujące ze zmianami poziomu wody, są głównie wynikiem aktywnego stosunku tej formy do zmian środowiskowo-biocenotycznych, związanych z przepływami. Prawdopodobnie mają tu miejsce migracje tego gatunku między środowiskiem analizowanym a innymi strefami tego odcinka łąchy (wzrosty liczebności nie są powodowane wylęgami — na ogół przeważają osobniki średnie i duże — tab. VII).

Polypedilum nubeculosum (fig. 5 i 6)

Wahania liczebności tego gatunku nie korelują wyraźnie z przyborami wody. Trudno rozstrzygnąć, czy liczny pojaw 7.VII.1955 r., po umiarkowanym przepływie został spowodowany naniesieniem, czy migracją ze środowisk sąsiadujących (wylęg jest mniej prawdopodobny — tab. VII).

Podobne zjawisko — liczny pojaw po przepływie (wysokim), miało miejsce 18.III.1954 r. Gwałtowny spadek *Polypedilum nubeculosum* między 7.VII. a 13.VII. 1955 r. nie jest raczej spowodowany wymyciem przez wody następnego, wyższego przyboru, gdyż w tym samym czasie nie stwierdza się spadku, a nawet zachodzi wzrost ilości niektórych innych form, np. *Pelopia kraatzi*. Inne przybory wody w 1955 r. praktycznie nie powodują zmian liczebności tej formy. Wszystko to wydaje się świadczyć o tym, że pomimo okresowego występowania tego gatunku w wodach przyborów (jak w przypadku *Procladius*) główną przyczyną zmian liczebności są aktywne migracje, powodowane przez zmiany środowiska, związane z przepływami wody.

Cryptochironomus defectus (fig. 5 i 6)

Wiosną 1955 r. liczebność tego gatunku utrzymuje się na tym samym poziomie co jesienią 1954 r. Przepływy wiosenne nie powodują wymywania. Wzrost ilości między 7.IV. a 13.IV. 1955 r., przy praktycznie jednakowym poziomie wody, należy interpretować jako migrację w obrębie tego samego odcinka łąchy. Niewykluczony jest jed-

nak wylęg młodych (tab. VII). Stosunkowo niewielki wzrost liczebności między 21.VII. a 29.VII. 1955 r. należy również tłumaczyć aktywną migracją — przepływ w tym okresie jest słaby, poziom wody dość niski z tendencją spadkową, więc nie może być mowy o nanoszeniu.

Cryptochironomus conjugens (fig. 5)

Wiosną 1954 r. gatunek ten występuje dwukrotnie w wysokich ilościach. Pierwszy pojaw z całą pewnością nie jest związany z przepływem, gdyż próby były pobrane tuż przed przybojem wody (jeszcze z przerębli). Nie ma natomiast pewności co do pojawu z 25.IV. 1954 r.

Oligochaeta (fig. 6)

W 1955 r. nie można dopatrzeć się żadnej prawidłowości ani też żadnej korelacji między dynamiką liczebności *Oligochaeta* a charakterem przepływów. Jeśli istnieją pewne zależności, to z pewnością nie bezpośrednio.

W zagadnieniu wpływu przepływów wody w analizowanym środowisku na dynamikę liczebności fauny bentonicznej można wyróżnić dwa, ściśle ze sobą związane aspekty:

a) omówiony wyżej wpływ przyborów wody na konkretny charakter zmian, wahania liczebności poszczególnych gatunków w obrębie sezonu;

b) wpływ przyborów wody na przeciętny stan liczebności poszczególnych gatunków w poszczególnych latach.

Jeśli chodzi o pierwsze zagadnienie, to przeprowadzona wyżej analiza liczniejszych gatunków i grup świadczy zdecydowanie przeciwko bezpośredniemu (w sensie nanoszenia czy wynoszenia fauny) wpływowi przyborów wody. Korelujące z przyborami zmiany liczebności niektórych gatunków polegają prawdopodobnie na migracjach w obrębie tego samego odcinka łąchy, wywołanych zmianami środowiskowymi lub środowiskowo-biocenotycznymi, spowodowanymi przez przepływy.

Pod względem liczebności larw wyróżnia się z jednej strony 1954 i 1956 r., o wysokim stanie liczebności³, oraz 1953 i 1955 r. o liczebności niskiej. Dynamika poziomu wody w latach 1954 i 1956 jest zbli-

³ O 1956 r. sędzi się na podstawie liczebności *Tendipes plumosus*, w oparciu o względną zgodność poziomu liczebności wszystkich dominujących form bentosu dla danego roku, w latach 1953 — 1955.

żona, zwłaszcza w okresie późnej wiosny i wczesnego lata (decydującym dla kształtowania się bentosu w danym roku)⁴; mają tu miejsce umiarkowane, łagodne przepływy przez łacę. Lata 1953 i 1955 różnią się bardzo znacznie, mając jedną cechę wspólną, różniącą je od lat 1954 i 1956, mianowicie znacznie wyższy poziom wody w czerwcu.

Teoretycznie możliwy jest negatywny wpływ dużych przyborów wody na wyloty, składanie jaj itp. Być może odgrywał on pewną rolę w 1955 r. Na podstawie materiałów z 1953 r. (w zestawieniu z 1954 r., rozdz. III, pkt 1 i 2) należy jednak stwierdzić, że te zagadnienia nie decydują o liczebności bentosu w analizowanym środowisku.

IV. Dyskusja wyników; próba interpretacji przebiegu dynamiki i stosunków ilościowych

Liczebność fauny bentonicznej i jej zmiany w czasie i przestrzeni, na tym samym i na różnych zbiornikach, są najczęściej interpretowane jako wynik przejawów biologii gatunku (wyloty, wylęgi itp.), wyżerania przez ichtiofaunę oraz termiki i chemizmu środowiska, przy czym z tego ostatniego najczęściej uwzględnia się bilans tlenowy i zawartość substancji organicznej. Zależność od tlenu i substancji organicznej została w szeregu wypadków stwierdzona, zwłaszcza dla dużych, głębokich jezior. Pozostaje jednak kwestią otwartą, jak powszechne jest warunkowanie liczebności i składu gatunkowego bentosu ilością substancji organicznej i tlenu. W wielu wypadkach zagadnień tych nie udaje się wytłumaczyć wymienionymi czynnikami, co bądź jest stwierdzane przez autora (Mundie 1955; Miller 1941; Deevey 1941; Owczinnikow 1957), bądź wynika z zestawienia dynamiki ilościowej bentosu i danych środowiskowych w przytaczanych materiałach.

Wysoka liczebność bentosu może mieć miejsce przy bardzo różnym procencie substancji organicznej (Deevey 1941; Lepnie-

⁴ Jest to okres pojawu nowych generacji gatunków dominujących. Liczebność młodych larw, wylęgłych w tym okresie, decyduje o liczebności w danym roku. Późniejsze pojawy młodych larw nie odgrywają poważniejszej roli (rozdz. III, pkt 3). Znaczenie przepływów w drugiej połowie lipca i w sierpniu (1953 r.) nie jest więc już istotne dla poziomu liczebności. Również przebieg redukcji liczebności nie zależy od przepływów letnich, gdyż charakter jego — spadek od początku lata ku jesieni — jest podobny we wszystkich latach. Jeśli więc istnieje zależność poziomu liczebności od przepływów, to należy jej szukać w okresie czerwca i początku lipca.

wa 1950); w moich materiałach z płytkich zastoisk rzecznych (w opracowaniu) spotykałem się niejednokrotnie z bardzo bogatym bentosem, przy ledwie dostrzegalnej warstwie mułu.

W niniejszej pracy starałem się, w miarę możliwości, przebadać wszystkie możliwe źródła zmian liczebności bentosu. Zostały one zanalizowane w poprzednich rozdziałach pracy. W rozdziale niniejszym, opierając i powołując się na wyniki tej analizy, omówię dynamikę liczebności poszczególnych form.

Największe nasilenie pracy miało miejsce w 1954 r., toteż materiały z tego roku stanowią podstawę interpretacji.

Pelopia kraatzi

Jesienią, a zwłaszcza w zimie, ilość *Pelopia kraatzi* jest bardzo mała. Już wczesną wiosną (początek marca) zachodzi wzrost ilości, spowodowany wylęgiem młodych larw, bądź ich migracją (rozd. III, pkt 3). W wypadku słuszności hipotezy pierwszej fakt ten byłby szczególnie ciekawy, gdyż tak wczesny pojaw larw mógł zajść tylko kosztem jaj złożonych jesienią, przy czym rozwój ich jesienią nie nastąpił, mimo dobrych warunków tlenowych (cyrkulacja) i temperatury wyższej niż wczesną wiosną (fig. 2).

Dość wyrównany poziom liczebności utrzymuje się do czerwca. W czerwcu zachodzi wylot generacji wylęgłej wczesną wiosną (w marcu). W następstwie tego wylotu, w lipcu pojawia się nowe pokolenie (rozd. III, pkt 2 i 3). Liczebność jego waha się w bardzo szerokich granicach, odnośnie poszczególnych lat: najniższa jest w 1955 r., prawie dwukrotnie wyższa w 1953 r., zaś w 1954 r. mniej więcej czterokrotnie wyższa niż w 1953 r. a ośmio-, a nawet dziesięciokrotnie wyższa niż w 1955 r. (fig. 4, 5, 6, 7). Liczebność wiosną 1955 r. jest zbliżona do liczebności z wiosny w 1954 r.

Po osiągnięciu maksimum lipcowego, ku końcowi lata zachodzą wahania liczebności, wywołane z jednej strony wylęgami młodych larw, z drugiej zaś ubytkami, uwarunkowanymi szeregiem przyczyn. Ogólna tendencja jest jednak wyraźnie spadkowa, szczególnie ostra w 1954 r. Ze szczegółowych materiałów (rozd. III, pkt 1, 2, 3, 4) z 1954 r. wynika, że główną przyczyną spadku liczebności jest śmiertelność i to głównie larw młodych, w mniejszym stopniu wyloty, w jeszcze mniejszym — wyżeranie przez ryby. Wobec znacznie gwałtowniejszego spadku ilości w 1954 r. (gdzie ilość larw była szczególnie wysoka), w porównaniu z innymi latami, można przypuszczać, że

tempo spadku (śmiertelność) zostało przyspieszone przez oddziaływania wewnątrzgatunkowe. Raczej nie chodzi tu o konkurencję wewnątrzgatunkową, ani o kanibalizm (patrz rozdz. III, pkt 6), lecz prawdopodobnie o jakieś niekorzystne oddziaływanie wzajemne. O poważnej roli oddziaływań wzajemnych świadczy również okresowość pojawów młodych larw (rozdz. III, pkt 3; fig. 16) — w 1954 r., kiedy zaznacza się to najwyraźniej, w okresie letnim mają miejsce trzy takie pojawy. Każdy z tych wzrostów liczebności młodych larw następuje po mniejszym lub większym spadku liczebności larw, a szczególnie stadium najmłodszego. Jak wykazano wyżej (patrz rozdz. III, pkt 1; fig. 9), okresowość ta nie da się wyjaśnić ilością składanych jaj i ich rozmieszczeniem w czasie.

Inne masowe formy — *Oligochaeta* i *Tendipes plumosus* nie wykazują zmian liczebności, zbieżnych w czasie ze zmianami liczebności *Pelopia kraatzi* (fig. 5), co również świadczy o istotnej roli stosunków wewnątrzgatunkowych u tej ostatniej formy dla jej liczebności w 1954 r. Jednakże fakt, że każdy następny pojaw młodych larw (w okresie letnim) jest niższy od poprzedniego (rozdz. III, pkt 3; fig. 16), jak również coroczny spadek liczebności ku końcowi lata (mimo różnych ilości wyjściowych), świadczy, że dla liczebności tego gatunku sprawą zasadniczą nie są oddziaływania wewnątrzgatunkowe, lecz ogólny stan i przemiany środowiska. Większe zagęszczenie larw w 1954 r. spotęgowało jedynie efekty oddziaływań środowiskowych.

Wszystkie larwy, występujące jesienią i zimą, pochodzą z wylęgu na początku września.

W okresie wiosenno-letnim występują prawdopodobnie 2—3 pokolenia *Pelopia kraatzi*, których granice są jednak zatarte, ze względu na rozciągnięcie w czasie i zachodzenie na siebie (por. rozdz. III, pkt 3).

Tendipes plumosus

Jak wykazano (rozdz. III, pkt 3), forma ta w interesującym nas środowisku ma w zasadzie jedno pokolenie w ciągu roku; pojaw młodych *Tendipes plumosus* ma miejsce na przełomie czerwca i lipca. Pojawiająca się w późniejszym okresie (sierpień, wrzesień) pewna ilość larw nie wpływa w poważniejszym stopniu na charakter dynamiki.

O ile liczebność *Pelopia kraatzi* jesienią i zimą była niewspółmierna do maksimum letniego, o tyle u *Tendipes plumosus* ma tu miejsce wyraźna zależność: liczebność jesienna jest proporcjonalna do let-

niej w obrębie wszystkich czterech lat. Liczebność wiosenna pokrywa się z liczebnością jesienną ubiegłego roku. A więc lipcowy wylęg młodych larw warunkuje liczebność *Tendipes plumosus* w tym środowisku aż do następnego pojawu młodych w czerwcu—lipcu następnego roku. Redukcja ilości tej formy od maksimum (w lipcu) do mniej więcej stałego poziomu jesienno-zimowo-wiosennego jest w poszczególnych latach względnie zbliżona (40 — 70%). Składa się na nią głównie śmiertelność larw, w małym stopniu wyżeranie przez ryby i wyloty imagines (patrz rozdz. III, pkt 2, 4, 8). Redukcja ilości zachodzi głównie w okresie letnim i wczesnojesiennym (fig. 4, 5, 6, 7), a więc w okresie największej aktywności życiowej tego i innych gatunków fauny bentonicznej (warto zaznaczyć, że w latach, gdy maksimum liczebności jest wysokie, spadek liczebności zachodzi znacznie później, niż w latach o niskim maksimum). Stanowi to dodatkowe potwierdzenie tezy o uwarunkowaniu redukcji przez wzajemne oddziaływanie organizmów bentonicznych. Jak starano się wykazać wyżej (rozdz. III, pkt 7), nie są to oddziaływania bezpośrednie, lecz przypuszczalnie pośrednie, poprzez przekształcanie środowiska a wtórnie również zasiedlającej je biocenozy.

W zimie redukcja liczebności praktycznie nie zachodzi — ilości *Tendipes plumosus* jesienią 1953 r. i wiosną 1954 r. oraz odpowiednio jesienią 1954 r. i wiosną 1955 r. są takie same.

Liczebność *Tendipes plumosus* różni się wyraźnie w poszczególnych latach, aczkolwiek nie tak znacznie jak w przypadku *Pelopia kraatzi*. W latach 1954 i 1956 średnia wynosi ok. 3,5 osobnika na 10 cm², w latach 1953 i 1955 — około 1,5 osobnika na 10 cm².

Jak wykazują próby uzyskania wyższego poziomu ilościowego *Tendipes plumosus* (rozdz. III, pkt 9), aniżeli to ma miejsce w warunkach naturalnych, z reguły zachodzi wysoka śmiertelność i spadek liczebności. A więc określona liczebność byłaby właściwa dla danych warunków.

Sprawą odrębną, ale wiążącą się z tym, jest ilość generacji *Tendipes plumosus* w ciągu roku. Jak wiadomo, w warunkach hodowlanych rozwój różnych gatunków *Tendipes* trwa znacznie krócej niż w warunkach naturalnych (Sadler 1935; Dzierżawin 1947 wg Konstantinowa 1951; Konstantinow 1951; Szaronow 1951, Borodicz 1956). Również w warunkach naturalnych może być kilka generacji *Tendipes plumosus* w ciągu roku (Borodicz 1956; Borucki 1939; Grandilewska ja-Deksbach 1935;

Johnson, Munger 1930). Jak wyżej wykazano (rozdz. III, pkt 2, 3), w środowisku, objętym niniejszą pracą, ma miejsce tylko jedna generacja, mimo dobrych warunków termicznych, tlenowych i dużej zasobności troficznej środowiska.

Cryptochironomus defectus

Dynamikę liczebności tego i następnych gatunków *Tendipedidae* rozpatrzmy tylko na materiałach bardziej szczegółowych z 1954 i 1955 r. *Cryptochironomus defectus* od wczesnej wiosny do końca lipca 1954 r. występuje sporadycznie. W ilościach stopniowo wzrastających pojawia się od początku sierpnia (fig. 5). Ten wzrost liczebności należy przypisać imigracji z innych środowisk tego samego odcinka łąchy. Wylęg młodych larw nie wchodzi tu w rachubę, bo występują wszystkie klasy wielkości, w tym najmłodsza stosunkowo nielicznie (tab. VI.). Natomiast dalszy wzrost ilości, na początku września 1954 r. (po niewielkim spadku, wywołanym, być może, częściowym wylotem imagines), jest spowodowany właśnie pojawem młodych larw (tab. VI). Opanowanie środowiska najpierw przez larwy, już występujące w pewnych strefach tego odcinka łąchy, a dopiero potem przez młode pokolenie świadczy, że środowisko to uległo jakimś przemianom korzystnym dla *Cryptochironomus defectus*. Jak wynika z dotychczasowych rozważań, nie decydowały tutaj stosunki tlenowe.

Wysoka liczebność tego gatunku utrzymuje się przez całą zimę i wiosnę 1955 r. Wiosną wylęgają się nowe ilości młodych larw (tab. VII). W maju gatunek ten zupełnie w omawianym środowisku zanika i do końca badań pojawia się w nieco większej ilości już tylko raz — przy końcu lipca (fig. 6). Ten niezbyt liczny pojaw był wywołany przez larwy wyrosnięte (najstarsza klasa — tab. VII), co świadczy o imigracji *Cryptochironomus defectus* jest uważany za formę o dużych wymaganiach tlenowych. Występuje licznie na podłożu piaszczystym, pokrytym warstewką mułu, nawet w środowiskach słabo przepływowych, a więc w warunkach raczej dobrego natlenienia. Tymczasem w omawianym tu środowisku wystąpił najliczniej właśnie w roku o największym stopniu stagnacji.

Cały omówiony tu materiał, dotyczący *Cryptochironomus defectus* świadczy o skomplikowanych zależnościach środowiskowo-biocenotycznych, rządzących, podobnie jak w przypadku *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzii*, liczebnością i dynamiką populacji.

Cryptochironomus conjugens

Gatunek ten nigdy nie występuje w dużych ilościach przez dłuższy okres. Zarówno w 1954 jak i w 1955 r. liczniejsze pojawy mają miejsce w okresie wiosennym (fig. 5, 6). Wiosną 1954 r. pojawia się dwukrotnie w dużych ilościach, na krótki przeciąg czasu. Z tego pierwszy pojaw nie ma z pewnością żadnego związku z powodzią wiosenną, gdyż próby bentosu pobierano jeszcze przed ruszeniem lodów. Niewykluczony jest natomiast jego związek z pewnym odświeżeniem środowiska, jakie miało miejsce w wyniku słabego przepływu na przełomie stycznia i lutego.

W obu wypadkach licznych pojawów w 1954 r. występują wyłącznie osobniki bardzo młode (długość 2—3 mm; tab. VI), co świadczy o wylęgu młodego pokolenia. Przepuszczalnie warunki są więc korzystne dla wylęgu młodych larw, natomiast nie pozwalają na dalszy rozwój, na co wskazuje szybki zanik tego gatunku w obu przypadkach.

Wiosną 1955 r. gatunek ten występuje mniej licznie, ale utrzymuje się przez dłuższy okres. W niewielkich ilościach spotyka się również w okresie letnim (fig. 6).

Polypedilum nubeculosum

Występowanie tego gatunku cechuje się nieregularnością, nagłymi skokami liczebności (fig. 5, 6). Zaznacza się pewien związek z przyborami wody (rozd. III, pkt 10). Nie należy go jednak traktować jako nanoszenie przez wody przyboru, lecz raczej jako migrację w obrębie tego samego odcinka łachy, wywołaną przez zmianę warunków w efekcie przyboru (rozd. III, pkt 10).

Procladius

Forma ta, podobnie jak poprzedni gatunek, wykazuje pewien związek z przyborami wody. Tym też prawdopodobnie tłumaczy się wyższa jej liczebność w lecie 1955 r. niż w 1954 r. (fig. 5, 6; rozdz. III, pkt 10). Okresowe wzrosty liczebności są wynikiem migracji ze środowisk sąsiadujących z terenem badanym (patrz rozdz. III, pkt 10).

Ogólnie o formach dominujących można powiedzieć, że obserwowany co roku, w ciągu sezonu letnio-jesiennego, spadek liczebności tłumaczy się głównie śmiertelnością larw (patrz rozdz. III, pkt 4). Inne przyczyny — wyloty, wyżeranie przez ryby itp. oczywiście odgry-

wają pewną rolę, nie są jednak decydujące (patrz rozdz. III, pkt 2, 8). Z drapieżców bezkręgowych, mogących wpływać na liczebność fauny, należy wziąć pod uwagę *Pelopia kraatzi*, *Procladius*, *Cryptochironomus* sp. sp. i *Heleidae*. Z tego pierwsza w badanym środowisku nie prowadzi drapieżnego trybu życia (rozdz. III, pkt 5). Odnośnie *Heleidae* sprawy tej nie badałem, jednak nie mogą one odgrywać poważniejszej roli, ze względu na dość niską liczebność, zwłaszcza w okresie pojawu młodych larw dominujących gatunków *Tendipedidae* (czerwiec, początek lipca), decydującym o liczebności w danym roku. Charakter odżywiania się *Heleidae* nie jest zresztą bezsporny — w starszych pracach (Meyer 1934 a, b wg Thienemanna 1954) traktowane są jako detrytofagi, w nowszych (Pczelkina 1950; Weerekoon 1953) — jako drapieżce. Brak jednak ścisłych danych z warunków naturalnych.

Na ogromną rolę *Procladius* jako drapieżcy bentosowego w warunkach stawowych zwrócili ostatnio uwagę Bielawska i Konstantinow (1956). W moich materiałach nie zarysowują się tak proste zależności ani od *Procladius*, ani od *Cryptochironomus* sp. sp. (charakter odżywiania się tego ostatniego ciągle jeszcze nie jest jasny — Thienemann 1954), aczkolwiek poważna rola *Procladius* jest możliwa, gdyż stwierdzono jego drapieżnictwo na badanym terenie. Możliwe, że wpływa on na różnicę poziomów liczebności w 1954 i 1955 r., gdyż w 1954 r., w okresie rozwoju młodych pokoleń dominantów występuje bardzo nielicznie, w 1955 r. — kilkakrotnie liczniej.

Przyczyny pojawów i określonego charakteru dynamiki innych gatunków nie są jasne.

Przy porównaniu materiałów z czterech lat, rzuca się w oczy stosunkowe podobieństwo liczebności fauny w 1953 i 1955 r. — liczebność niska (przy pewnych różnicach: np. w 1953 r. *Pelopia kraatzi* występowała prawie dwukrotnie liczniej niż w 1955 r.), oraz kilkakrotnie wyższy poziom w 1954 i 1956 r. Wszystkie lata różnią się dynamiką stanów wody, jednak przybory i przepływy wody nie korelują w sposób oczywisty z ilością fauny bentonicznej. Dające się zauważyć zależności wykazują tylko niektóre, mniej liczebne gatunki. W stosunku do innych jakieś zależności od przepływu niewątpliwie istnieją, są jednak dalekie, pośrednie, trudno dostrzegalne (patrz rozdz. III, pkt 10).

Wydaje się natomiast, iż na liczebność dominantów zasadniczy wpływ wywiera charakter przepływu w czerwcu i na początku lipca,

a więc w okresie rozwoju młodego pokolenia. W latach o łagodnym przepływie w tym okresie liczebność jest wysoka. W latach o silnym przepływie — niska. Wniosek ten jest słuszny również w przypadku poważnego wpływu *Procladius* jako drapieżcy na liczebność innych gatunków. Jeśli bowiem nawet *Procladius* decyduje o liczebności innych gatunków, to z kolei sam zależy od charakteru przepływu.

Rozpatrzmy jednak poszczególne przyczyny, mogące decydować o liczebności bentosu.

Stosunki tlenowe, jak o tym świadczą dane cyfrowe (rozd. I, pkt 2), jak również kilkakrotnie podkreślane dowody pośrednie (rozd. III, pkt 7, 10), w ciepłym okresie roku nigdy nie są niekorzystne (w obrębie lat analizowanych), są jednak niewątpliwie gorsze w 1954 i 1956 r. (brak przepływu w okresie letnim), a więc w latach o bardzo dużej ilości bentosu.

pH w środowiskach tego typu podlega nieznacznym wahaniom (L e l l a k 1953) (potwierdzają to przeglądowo, niepublikowane dane z terenu pracy), nie może więc być przyczyną zmian liczebności bentosu.

Ilość substancji organicznej w warunkach omawianego środowiska również raczej nie wchodzi w grę, gdyż w latach przepływowych w okresie letnim (w których to latach liczebność larw jest niższa niż w bezprzepływowych) jest raczej wyższa, ze względu na osadzanie się zawiesin organicznych oraz brak wymywania; nie może więc być mowy o ograniczeniu liczebności bentosu przez niedostatek substancji organicznej.

Nie da się również wyjaśnić stanu ilościowego bentosu zależnościami termicznymi (rozd. III, pkt 3).

Jak wynika z materiałów (rozd. III, pkt 3), ogólny poziom ilościowy gatunków dominujących wiąże się z ilością młodych larw w okresie czerwiec—lipiec. Najintensywniejsza redukcja liczebności zachodzi więc już w najmłodszych stadiach larwalnych, w trakcie wylęgania lub wkrótce po wylęgu z jaj (w stadiach nieuchwytnych przy stosowanej metodyce). Można by założyć bezpośrednią zależność liczebności larw od ilości jaj, czemu jednak przeczą materiały, omówione w rozdz. III, pkt 1. Pozostaje więc sprawa śmiertelności najmłodszych stadiów larwalnych. Szczególnie duża śmiertelność, specjalnie pierwszych stadiów larwalnych, została stwierdzona u *Chironomus tentans* w warunkach hodowlanych (S a d l e r 1935). Bardzo możliwe, że jest to reguła ogólna. W takim wypadku należy przyjąć,

że w 1954 i 1956 r., w przeciwieństwie do 1953 i 1955 r., istniał jakiś szczególnie korzystny układ warunków, powodujący wysoką przeżywalność i mały procent śmiertelności larw w pierwszych stadiach rozwojowych na początku lata. Jest prawdopodobne, że sytuacja ta wiąże się z charakterem przepływu, który w tym okresie obu lat o wysokiej liczebności bentosu był podobny (rozd. III, pkt 10).

Analiza materiału wykazała niemożność wytłumaczenia liczebności i dynamiki bentosu w danych warunkach bezpośrednim oddziaływaniem takich czynników jak stopień stagnacji środowiska, ilość tlenu, pH, ilość substancji organicznej, przybory wody. Oddziaływanie tych czynników albo w ogóle nie daje się wykazać, albo też oddziałują one pośrednio.

W pracy niniejszej, jak w większości prac hydrobiologicznych, uwzględniono jedynie kilka czynników środowiskowych. Niewątpliwie samych czynników fizyko-chemicznych, mających znaczny wpływ na życie bentosu, jest znacznie więcej. Z wielu czynników jeszcze nie zdajemy sobie sprawy, zaś metodyka badania tych, o których istnieniu i wpływie wiemy, jest tak daleka od doskonałości, że daje bardzo wypaczony obraz roli tych czynników dla życia odnośnych populacji i biocenoz (K o r d e 1956; M o r g a n s 1956; S z a b a r o w a 1950; V a l l e n t y n e 1957).

Najczęściej zasadniczą trudność sprawia lub wręcz okazuje się niemożliwe znalezienie korelacji między szeregiem zbadanych czynników a charakterem i liczebnością fauny. Poza tym oczywiste jest, że badane czynniki fizyko-chemiczne nie oddziałują jedynie bezpośrednio. Z dość już licznych prac, niestety prowadzonych przeważnie bez ścisłego powiązania z klasycznymi pracami bentosowymi, wiadomo, że osady denne są bardzo korzystnym środowiskiem dla rozwoju mikrofauny i mikroflory (w tym bakterii). Ilość bakterii, najobficiej rozwijających się w powierzchniowych warstwach mułu, dochodzi do 2,5 miliarda na 1 cm³, zaś wagowo — do 8⁰/₁₀ ogólnej ilości substancji organicznej (K u ź n i e c o w 1949, 1951). Układ mikroorganizmów i glonów, zasiedlających przydenne warstwy wody i powierzchniowe warstwy mułu bywa bardzo skomplikowany, „wielopiętrowy” (E k z e r c e w 1948; K o r d e 1947; M a n u c z a r o w a 1950). Zmiany ilości i składu gatunkowego są w ciągu roku znaczne (E k z e r c e w 1948; K u ź n i e c o w 1949). W środowiskach analogicznych do badanego przeze mnie ilość i aktywność bakterii jest duża (R a z u m o w

s k a j a i Z i a b l i k o w a 1945). Duże są również wahania ich ilości w czasie (E k z e r c e w 1948; K u ź n i e c o w 1949).

W środowisku badanym obserwowałem znaczne zmiany w zasiedleniu powierzchni mułu przez mikroflorę — od normalnego, charakterystycznego wyglądu szaro-czarnego mułu, do wyraźnego pokrycia powierzchni przez gruby, zielony kożuch glonów. Kilkakrotny, powierzchniowy przegląd mikroskopowy mikroflory powierzchni mułu wykazał duże bogactwo i zmienność — zakwity sinic w jednych okresach, przewaga zielenic i okrzemek w innych itd.

Wychodząc z powyższych faktów i znając wrażliwość mikroorganizmów na czynniki środowiskowe oraz związaną z tym ich zmienność jakościową i ilościową w czasie, jak również rolę, jaką odgrywają w przekształceniu substancji organicznych, a tym samym w wytwarzaniu specyficznych substancji chemicznych (K u ź n i e c o w 1949; V a l l e n t y n e 1957), należy skonstatować niewątpliwie olbrzymi wpływ mikroorganizmów na warunki życia w strefie dennej zbiorników wodnych. Ł a s t o c z k i n (1949) podkreśla konieczność uwzględniania specyfiki jakościowej sapropelu i jego roli w układzie gatunkowym i liczebnościowym bentosu. Jest to niewątpliwie słuszne, jednak nie tłumaczy poważnych różnic w bentosie w poszczególnych latach, bowiem w tym samym środowisku jakość sapropelu raczej nie zmienia się w sposób zasadniczy z roku na rok. Wobec tego należy przypuszczać, że o tej specyfice warunków w danym roku decyduje, lub ją przynajmniej potęguje, działalność organizmów bentosowych.

Poza wyżej omówionym oddziaływaniem organizmów poprzez mechaniczne i hydrochemiczne przekształcanie środowiska, istnieją zależności bezpośrednie — pokarmowe. Wielkie znaczenie pokarmowe różnych gatunków mikroflory jest bezspornie stwierdzone (G o r b u n o w 1946, 1951; G o r b u n o w i K o s o w a 1955; J o f f e 1954; R o d i n a 1949; R u s i n a 1956).

Oprócz mikroflory, znane jest bardzo duże niekiedy bogactwo i w różnych warunkach duże zróżnicowanie ilościowe mikrofauny — *Copepoda*, *Ostracoda*, *Cladocera*, *Rhabdocoela* i innych (C o l e 1955; G r e z e 1951; L e l l a k 1953; S e b e s t y e n 1947; S z c z e r b a k o w 1955), również odgrywającej niewątpliwie dużą rolę w życiu biocenoz bentosowych.

Poza tym, poszczególne gatunki makrobentosu w wyniku swej działalności życiowej również przekształcają środowisko, co wpływa

na rozwój określonych mikroorganizmów (Ganapatti 1949; Grandilewska ja - Deksbach 1949; Rossolimo 1939), a to z kolei na dalsze, innego rodzaju przekształcanie środowiska itd. Wpływy wzajemne fauny bentonicznej wykazuje również praca S u j e t o w a (1951), w której stwierdzono, że larwy *Tendipes plumosus* przy dużym ich zagęszczeniu gromadziły się w powierzchniowej warstwie mułu, przy małym zaś zajmowały warstwy głębsze.

Jak z powyższego wynika, warunki życia fauny bentonicznej są bardzo złożone i nawet „szczegółowa” analiza hydrochemiczna jest w istocie bardzo powierzchowna, nie wnika w istotę skomplikowanych zależności i stosunków, panujących w środowisku dennym. Z drugiej strony nie mamy dotąd sposobu całościowego ujęcia i zrozumienia całej tej mozaiki szczegółowych oddziaływań i uzależnień. Z takiego stanu rzeczy wynika nieuchronnie możliwość jedynie bardzo ogólnej interpretacji wpływów środowiska na stan i dynamikę bentosu.

Wobec wykazania niemożności wytłumaczenia w warunkach niniejszej pracy liczebności i dynamiki bentosu takimi czynnikami jak tlen, temperatura, pH, procent substancji organicznej oraz w oparciu o omówione powyżej, coraz liczniejsze dane o bardzo poważnej roli zarówno mikrobentosu, jak również mikroflory i mikrofauny bentonicznej w kształtowaniu warunków środowiskowych, można przypuszczać, że stan i dynamika liczebności fauny jest określana przez konkretny kompleks warunków środowiskowo-biocenotycznych. Przez ten kompleks warunków należy rozumieć nie tylko „klasyczne” czynniki środowiskowe (tlen, temperatura, pH, procent substancji organicznej itp.), ale także zmienny w czasie i przestrzeni układ specyficznych substancji chemicznych, będących w znacznej mierze wynikiem metabolizmu organizmów dennych, oraz przekształcania przez nie środowiska, jak również strukturę morfologiczną, układ wzajemny, rozmieszczenie w środowisku poszczególnych gatunków (być może, w warunkach niniejszej pracy rola biocenozy jest szczególnie duża wobec wielkiej obfitości fauny i flory bentonicznej oraz korzystnych warunków tlenowych i termicznych).

Charakter przepływów wody w okresie czerwiec—lipiec decyduje prawdopodobnie o stanie i rozwoju wyżej omówionego układu warunków, a ten z kolei kształtuje poziom i dynamikę liczebności *Tendipedidae*.

Przy dzisiejszym stanie wiedzy wnioski te można sformułować tylko w tak ogólny sposób. Szczegółowe zbadanie tych spraw, wobec wielkiej ich złożoności i trudności badania, wymaga jeszcze wielu prac.

V. PODSUMOWANIE

Celem pracy była szczegółowa analiza dynamiki liczebności *Tendipedidae* i próba interpretacji jej przebiegu. Badania prowadzono w latach 1953—1956, ze szczególnym nasileniem w latach 1954—1955, na jednolitym środowiskowo wycinku łąchy wiślanej „Konfederatka”, o wymiarach ok. 120 × 30 m, głębokości ok. 1 m, o dnie mulistym, niezarośniętym. Głównym obiektem badań były *Tendipedidae* bentosowe a zwłaszcza ich gatunki dominujące — *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzi*. Próby bentosu pobierano przeciętnie co 5—10 dni w okresie letnim i co miesiąc przez resztę roku. Poza tym prowadzono ilościowe połowy wylęgających się imagines, składanych jaj, badano strukturę wiekową, śmiertelność, skład pokarmu, rozmieszczenie pionowe, wyżeranie przez ryby oraz reakcję na zagęszczenie.

W badanym środowisku bentos występował bardzo licznie: *Oligochaeta* osiągały liczebność 110 000 os./1m², z wyraźną dominacją (70—80%) *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Tendipedidae* — 12000 os./1m². Stwierdzono znaczne różnice liczebności w poszczególnych latach — w 1954 i 1956 r. wysoką liczebność *Tendipedidae* (dominanty: *Pelopia kraatzi* 8000 os./1m², *Tendipes plumosus* 3500 os./1m²); w 1953 i 1955 r. — niską liczebność (odpowiednio 2500 os./1m² i 1700 os./1m²). Natomiast w latach o niższej liczebności dominantów nieco liczniej występowały inne gatunki: *Polypedilum nubilosum*, *Cryptochironomus defectus*, *Cryptochironomus conjugens*, *Procladius*.

Mimo różnic liczebności zaznaczają się zasadnicze cechy wspólne charakteru dynamiki dominantów (a w związku z tym również sumarycznej ilości *Tendipedidae*) w poszczególnych latach — maksimum liczebności na przełomie czerwca i lipca, spadek ku jesieni.

W badanym środowisku *Tendipes plumosus* posiada jedno pokolenie w roku, z wylotem w maju — czerwcu, *Pelopia kraatzi* kilka pokoleń, zachodzących w czasie na siebie.

Mimo stosunkowo znacznej jednolitości badanego środowiska,

stwierdzono zróżnicowanie zagęszczenia (zmienne w czasie) gatunków dominujących w jego części płytszej i głębszej.

Jeśli chodzi o rozmieszczenie pionowe fauny, to zajmowała ona głównie warstwę powierzchniową mułu — ok. 4 cm. Odbiegał od tej reguły *Tendipes plumosus* — w okresie letnim i jesiennym 20 a w okresie wiosennym ok. 50% larw tego gatunku występowało nieco głębiej, ok. 8 cm.

Na podstawie analizy zawartości przewodów pokarmowych stwierdzono różnice w odżywianiu się dominantów — u *Tendipes plumosus* przeważał detritus i drobne glony, u *Pelopia kraatzi* głównie duże, w tym nitkowate gatunki glonów. *Pelopia kraatzi* w badanym środowisku nie prowadziła drapieżnego trybu życia.

Ryby, aczkolwiek wyżerały *Tendipedidae* denne, nie powodowały jednak uchwytnej redukcji ich ilości, co wykazano przez zestawienie liczebności bentosu w środowisku dostępnym dla ryb oraz odgradzonym od nich, jak również wnioskowaniem pośrednim.

Przybory wody nie powodowały wymywania, ani nanoszenia bentosu, natomiast wywoływały prawdopodobnie przemiany w środowisku, które były przyczyną migracji niektórych gatunków (*Procladius*, *Polypedilum nubeculosum*) ze środowisk sąsiadujących.

Wyloty imagines stanowiły stosunkowo mały procent całkowitej redukcji ilości larw.

Śmiertelność larw obu dominujących gatunków (śmiertelność *Pelopia kraatzi* w 1954 r. była znacznie większa niż *Tendipes plumosus*) dobrze koreluje z przebiegiem dynamiki ich liczebności w ciągu sezonu (rośnie ku jesieni wraz ze spadkiem ilości larw). Wobec tego i w związku ze wspomnianą nieznaczną rolą innych przyczyn (wylotów, wyżerania przez ryby) spadek ilości larw w ciągu sezonu należy tłumaczyć głównie ich śmiertelnością (być może pewną rolę odgrywają również drapieżne *Tendipedidae*). W ciągu późnej jesieni, zimy i wiosny śmiertelność praktycznie nie zachodzi.

Tak więc o redukcji liczebności w ciągu roku decyduje śmiertelność larw. Odnośnie *Pelopia kraatzi* stwierdzono, że redukcja liczebności najstarszego stadium tłumaczy się całkowicie wylotem, wobec czego śmiertelność zachodzi głównie w młodszych stadiach larwalnych. Duże zagęszczenie larw *Pelopia kraatzi* w 1954 r. spotęgowało śmiertelność.

Na podstawie eksperymentu z zagęszczeniem w terenie wyrośniętych larw *Tendipes plumosus* stwierdzono, że liczebność ich nie może być znacznie podwyższona, że jest określona przez panujące warunki.

Poziom liczebności *Tendipes plumosus* i *Pelopia kraatzi* w danym roku jest określany przez liczebność młodych larw, wylęgających się na przełomie wiosny i lata. Późniejsze pojawy młodych larw nie mają już większego znaczenia. Ilości składanych jaj są jeszcze przez długi czas (już po zasadniczym wylęgu na przełomie wiosny i lata) duże, wobec czego należy sądzić o wzmożonej w miarę postępu lata śmiertelności w stadium jaja i świeżo wylęglých larw. Brak korelacji ilości jaj z ilością larw (≥ 3 mm — uchwytnych przy stosowanej metodycie) doprowadza również do wniosku, że nie ilość jaj decyduje o poziomie wylęgu larw na przełomie wiosny i lata, a w konsekwencji — o poziomie w danym roku. Decydują o tym panujące warunki, określające śmiertelność w stadium jaja i młodocianej larwy. Warunki te są prawdopodobnie związane z charakterem przepływu w okresie wylęgu młodych pokoleń, stwierdzono bowiem, że w latach o łagodnym w tym okresie przepływie (1954, 1955 r.) liczebność larw jest wysoka, w latach o silnym przepływie (1953, 1955 r.) — niska. Jeśli ma miejsce redukcja liczebności przez drapieżne *Tendipedidae* (*Procladius*, *Cryptochironomus defectus*), to prawdopodobnie jest ona również związana z tymi warunkami — określają one mianowicie liczebność form drapieżnych.

Wykazano, że na badanym terenie nie można wytłumaczyć poziomu i dynamiki liczebności poszczególnych gatunków *Tendipedidae* bentosowych takimi czynnikami środowiskowymi jak tlen, temperatura, pH, zawartość substancji organicznej, ani też biologią czy cyklem życiowym. W związku z tym oraz w oparciu o obserwacje własne i dane z piśmiennictwa, wysunięto tezę, że poziom i dynamika liczebności danej populacji są określane przez wyżej wspomniane, skomplikowany układ warunków środowiskowo-biocenotycznych, przy czym warunki środowiskowe traktuje się jako w znacznym stopniu ukształtowane przez działalność życiową biocenoz dennych, w tym również odnośnej populacji. Warunki te są przyczyną określonej sytuacji w bentosie; bezpośrednim zaś czynnikiem, powodującym redukcję liczebności poszczególnych gatunków *Tendipedidae*, określanym przez te warunki, jest śmiertelność larw, a być może również w pewnym stopniu wyżeranie ich przez drapieżne gatunki *Tendipedidae*.

LITERATURA

1. Ammosowa, N. A. 1949 — Materiały po gidrochimii pojmiennych ozier. Ucz. zap. Sier. biol. nauk. Lenin. Gosud. Uniw. **21**.
2. Berg, K. 1938 — Studies on the Bottom Animals of Esrom Lake. Mem. de l'Acad. Roy. Sc. et Lettres de Danemark. Sec. de Sc. **9**, ser. 8.
3. Berg, K., Petersen, I. C. 1956 — Studies on the Humic Acid Lake Gripsø. Fol. Limn. Scand. **8**.
4. Bielawska ja, Ł. I., Konstantinow, A. S. 1956 — Pitanie liczinok *Procladius choreus* i uszczerb nanosimyj imi kormowej bazej ryb. Wopr. Ichtiol. **7**.
5. Borodicz, N. D. 1956 — O pitanii liczinok *Chironomus f. l. plumosus* i o zimowkie ich w gruntach spuszczonej rybowodnych prudow. Tr. Wsies. Gibrod. Obszcz. **7**.
6. Borucki, E. W. 1932 — K woprosu o tiechnike koliczestwiennogo uczeta donnoj fauny. I. Trudy Limn. St. w Kosinie. **15**.
7. Borucki, E. W. 1935 — Wiertikalnoje raspriedielenije bientosa w tolszcze oziernych otłożenij i znaczenije etogo faktora w ocenkie kormnosti wodnoj. Tr. Limn. St. w Kosinie. **20**.
8. Borucki, E. W. 1939 a — Dinamika biomassy *Chironomus plumosus* profundali Bielogo oziera. Tr. Limn. St. w Kosinie. **22**.
9. Borucki, E. W. 1939 b — Dinamika obszczej biomassy bientosa profundali Bielogo oziera. Tr. Limn. St. w Kosinie. **22**.
10. Borucki, E. W. 1940 — Wiertikalnoje raspriedielenije biomassy bientosa w tolszcze ilowych otłożenij w niekotorych podmoskownych ozierach. Zool. Żurn. **19**. **2**.
11. Borucki, E. W. 1946 — K woprosu o godowych kolebanijach wiesieniej biomassy bientosa ozier. Zool. Żur. **25**. **5**.
12. Borucki, E. W. 1955 — Nowaja łowuszka dla kaliczestwiennogo uczeta wylotow chironomid. Tr. Wsies. Gidrob. Obszcz. **6**.
13. Brundin, L. 1949 — Chironomiden und anderen Bodentiere der Südswedischen Urgebirgsseen. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm. **30**.
14. Brundin, L. 1951 — The Relation of O₂ Mikrostratifikation at the Mud Surface to the Ecology of the Profundal Bottom Fauna. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm. **32**.
15. Cejeb, J. 1937 — K metodike kaliczestwiennogo uczeta mikrofauny piełogena w swiazii s jejo primienienijem na solenych ozierach Kryma. Zool. Żurn. **16**. **3**.
16. Cole, C. A. 1955 — An Ecological Study of the Microbenthic Fauna of Two Minnesota Lakes. Amer. Midl. Naturalist. **53**.
17. Czernowski, A. 1938 — Wiertikalnoje raspriedielenije żiwotnych w tolszcze ila niekotorych ozier okriestnostiej Leningrada. Zool. Żurn. **17**. **6**.
18. Czernowski, A. 1949 — Opriedielitel liczinok komarow siemiejstwa *Tendipedidae*. Moskwa, Leningrad.
19. Deevey, E. S. 1941 — Limnological Studies in Connecticut. VI. The Quantity and Composition of the Bottom Fauna of Thirty Six Connecticut and New York Lakes. Ecol. Monogr. **11**.

20. Deksbach, N. K. 1939 — Wiertikalnoje raspriedielenije makrobientosa w łoszcze iłowych otłóženij niekotorych podmoskownych ozier. — Biul. Mosk. Obszcz. Isp. Prirody. **48**. 4.
21. Eggleston, F. 1931 — A Limnological Study of the Profundal Bottom Fauna of Certain Fresh-Water Lakes. Ecol. Mon. **3**. 1.
22. Ekzercew, W. A. 1948 — Opriedielenije moszczności mikrobiologiczeski aktywnego słoja iłowych otłóženij niekotorych ozier. Mikrobiol. **17**. 6.
23. Ganapatti, S. V. 1949 — The Role of the Blood-warm *Chironomus plumosus* in Accounting for the Presence of Phosphates and Excessive Free Ammonia in the Filtrates from the Slow Sand Filters of the Madras Water Works. Journ. of the Zool. Soc. of India **1**. 1.
24. Gorbunow, K. W. 1946 — Celluloznyje bakterii kak zwieno w piszczewoj cepi priesnych wodojomow. Mikrobiol. **15**. 2.
25. Gorbunow, K. W. 1951 — Rasprostranienije *Azotobacter chroococcum* w wodojomach i poczwach dielty Wołgi i jego znaczenije kak faktora produktiwnosti. Mikrobiol. **20**. 3.
26. Gorbunow, K. W. i Kosowa, A. A. 1955 — Połuczenije iskustwiennogo pitatielnogo dietrita iz kletczatki dla kultiwirowanija Chironomid. Mikrobiol. **24**. 4.
27. Greze, W. N. 1951 — Pridonnyj plankton, jego rol w pitanii ryb i miediodika uczota. Zool. Żurn. **30**.
28. Grandilewska ja-Deksbach, M. L. 1935 — Materiały k biologii *Chironomidae* rozlicznych wodojomow. Trudy Limn. St. w Kosinie. **19**.
29. Grandilewska ja-Deksbach, M. L. 1939 — K woprosu o wyżiwaniu licznok *Chironomus* w iskusstwiennych usłowijach. Zool. Żurn. **18**. 1.
30. Grygierek, E. — Skład i dynamika liczebności zooplanktonu łacy Konfederatka i okolicznych zastoisk śródrzecznych. In litteris.
31. Gurianova, E. F. 1947 — Wlijanije połowodija na posledujuszczij rieżim i biologiju pojmiennych ozier. Naucz. Biul. Leningr. Gosud. Uniw. **19**.
32. Humphries, C. F. 1938 — The Chironomid Fauna of the Grosser Plöner See, the Relative Density of its Members and their Emergence Period. Arch. Hydrobiol. **33**.
33. Joffe, C. I. 1954 — Powyszenije kormowoj bazy prudow organiczeskimi udobrenijami. Tr. probl. i tem. sowieszcz. **2**.
34. Jabłonska ja, E. 1953 — Bientos nierestowo-wyrastnogo choziajstwa Azowo-Dołgij. Tr. WNIRO. **24**.
35. Johnson, N. S., Munger, F. 1930 — Observation of Excessive Abundance of the Migde *Chironomus plumosus* at Lake Pepin. Ecology. **11**. 1.
36. Jonasson, P. M. 1954 — An Improved Funnel Trap for Capturing Emerging Aquatic Insects, with Some Preliminary Results. Oikos. **5**. 2.
37. Jonasson, P. M. 1955 — The Efficiency of Sieving Techniques for Sampling Freshwater Bottom Fauna. Oikos. **6**. 2.
38. Judd, W. W. 1953 — A Study of the Population of Insects Emerging as Adults from Dundas Marsh during 1948. Amer. Midl. Natur. **49**. 3.

39. K a j a k, Z. 1957 — Metody ilościowego połowu imagines *Tendipedidae*. Ekol. Polska B. 3. 1.
40. K a j a k, Z. 1953 — *Tendipedidae*-Ochotkowate. Fauna pokarmowa ryb jeziora Tajty. Rocz. N. Roln. 67. D.
41. K a j a k, Z. 1954 — Uwagi w sprawie ilościowej aparatury i metodyki bentosowej. Biul. Ekolog. 1.
42. K a r z i n k i n, G. S. 1952 — Osnovy biologičeskoj produktiwnosti wodojomow. Moskwa.
43. K o b i a k o w a, Z. I. 1949 — K woprosu o produktiwnosti pojmiennych wodojomow. Ucz. zap. Sier. biol. nauk. Lenin. Gos. Uniw. 21.
44. K o c ó ł, L. — Roślinność wodna łachy Konfederatka i innych w środkowym biegu Wisły. In litteris.
45. K o ł o s o w a, N. N. 1954 — Hidrochیمیczeskij i gidrobiologičeskij režim nadpojmiennoj tierrasy rieki Wołgi w przedielach Kujbyszewskoj oblasti. Tr. probl. i tiem. sowieszcz. Zoolog. Inst. AN SSSR. 2.
46. K o n s t a n t i n o w, A. S. 1951 — O razwiedienii nowogo korma dla ryb. Dokł. AN SSSR. 79. 4.
47. K o n s t a n t i n o w, A. S. 1952 — O biologii i razwitiu *Chironomus dorsalis* Meig. Biul. Mosk. Obszcz. Ispyt. Prir. 57. 1.
48. K o r d e, N. W. 1947 — Donnyje siniezielonyje wodorosli sapropielowych ozier. Dokł. AN SSSR. 58. 8.
49. K o r d e, N. W. 1950 — Donnyje siniezielonyje ozier Zaluczja. Tr. Sapro. Lab. 4.
50. K o r d e, N. W. 1956 — O nomienklaturie i tipologii sapropielowych otłożeń. Tr. Lab. Saproiel. Otlož. 6.
51. K u z n i e c o w, S. I. 1949 — Osnownyje itogi i oczerednyje zadaczi mikrobiologičeskich issledowanij. Tr. Wsies. Hidrob. obszcz. 1.
52. K u z n i e c o w, S. I. 1952 — Rol mikroorganizmow w obrazowanii sapropielowych otłożeń. Mikrobiol. 20. 3.
53. L e l l a k, J. 1953 — *Chironomidae* a ostatni zvirna dna nekterych stojacych wod we srednim Polabi. Rozpr. Ceskosl. Akad. Ved. 63. 8—9.
54. L e l l a k, J. 1953 — Kvantitativni studie o zoobenthosu nekterych stojacych wod sredniho Polabi. Rozpr. Ceskosl. Akad. Ved. 63. 8—9.
55. L e n z, F. 1936 — Die Metamorphose der *Pelopiinae*. In Lindner — Die Fliegen der palarktischen Region, 13b.
56. L e n z, F. 1931 — Untersuchungen über die Vertikalverteilung der Bodenfauna im Tiefensedimenten von Seen. Verh. Intern. Ver. Theor. Angew. Limn. 5.
57. L e p n i e w a, S. G. 1950 — Żizń w ozierach. Żizń priesnych wod SSSR 3. Moskwa, Leningrad.
58. Ł a s t o c z k i n, D. A. 1949 — Biocenozy sapropielej w ich wzaimootnoszenii z sapropielewoj sredoj. Tr. Sapr. Lab. 3.
59. M a c d o n a l d, W. W. 1956 — Observations on the Biology of Chaoborids and Chironomids in Lake Victoria. Journ. of Anim. Ecol. 25. 1.

60. Manuczarowa, E. M. 1950 — O wodoroslewej florie niektórych sa-
propielowych ozier Załuczja. Tr. Sapr. Łab. 4.
61. Mikulski, J. S. 1955 — Jezioro Druzno — próba charakterystyki limno-
logicznej. Ekolog. Polska A. 3. 1.
62. Miller, 1941 — A Contribution to the Ecology of the *Chironomidae* of
the Costello Lake, Algonquin Park, Ontario. Public. of the Ont. Fish. Res.
Lab. nr. 60. Univ. of Toronto Stud. Biol. Ser. 49.
63. Morgans, J. E. 1956 — Notes on the Analysis of Shallow Water Soft
substrata. Journ. Anim. Ecol. 25. 2.
64. Mundie, J. H. 1955 — On the Distribution of *Chironomidae* in a Storage
Reservoir. Repr. from Proc. of the Intern. Assoc. of Theor. and Appl.
Limn. 12.
65. Mundie, J. H. 1956 — Emergence Traps for Aquatic Insects. Intern.
Verein. f. theor. u angew. Limnol. Mitteil. 7.
66. Owczinnikow, I. F. 1957 — Porszniewy batometri i rezultaty jego
primienienija pri izuczenii gazowego režima pridonnoego słoja wody w Ry-
binskom wodochraniliszcze. Tr. probl. i tem. sowieszcz. Zool. Inst. 7.
67. Pczelkina, N. W. 1950 — O pitanii niekórych wodnych liczinok dwu-
kryłych. Tr. Wsies. Gidrob. Obszcz. 2.
68. Pielsz, A. D. 1939 — O nieadnorodnosti židkój fazy ıla — Ucz. zap. Lenin.
Gos. Uniw. Sier. Biol. 30. 8.
69. Potonié, H. 1938 — Untersuchungen über die Entwicklung und den
Jahreszyklus von *Chironomus plumosus* L. — Zeitschr. f. Fischerei. 20.
70. Potonié, H. 1938 — Weitere Beiträge zur Biologie von *Chironomus
plumosus* L. Zeitschr. f. Fischerei. 34.
71. Prawdin, I. F. 1945 — Problema adnoletniego wyraszcziwania sazana
w pojmiennych wodojomach. Ucz. Zap. Biol. Nauk. Lenin. Gos.
Uniw. 45.
72. Ravera, O. 1951 — Schema écologique d'un meandre de rivière alpine.
Inter. Verein. f. Theor. u angew. Limnologie. 11.
73. Razumowska, Z. G., Ziablikowa, O. P. 1945 — Mikrobiologi-
czeskije nabludienija na pojmiennych ozierach. Mikrobiol. 14. 4.
74. Rodina, A. G. 1949 — Rol bakterij w pitanii liczinok *Tendipedidae*.
Dokl. AN SSSR 67. 6.
75. Rodina, A. G. 1957 — Wozmożnost ispolzowanija mietoda mieczonych
atomow dla rieszenija woprosa o wybornosti piszczu u wodnych žiwotnych.
Zool. Žurn. 36. 3.
76. Romaniszyn, W. 1950 — Sezonowe zmiany w jakościowym i ilości-
owym rozmieszczeniu *Chironomidów* jeziora Charzykowo. W oprac. zbior.
Jezioro Charzykowo. Cz. I.
77. Rossolimo, L. 1939 — Rol liczinok *Chironomus plumosus* w obmienie
wieszczestwom między ılıowymi otłóženijami i wodój oziera. Tr. Limn. St.
w Kosinie. 22.
78. Rusina, O. N. 1956 — Uswojenije otmiorszych wodoroslej i dafnij liczin-
kami *Chironomus dorsalis*. Wopr. Icht. 6.

79. R z ó s k a, J. 1935 — Badania nad ekologią i rozmieszczeniem fauny brzeżnej dwu jezior polskich. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Prace Kom. Przyr. Ser. B. 7. 6.
80. S a d l e r, W. 1935 — Biology of the Midge *Chironomus tentans*. Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Mem. 173.
81. S c o t t, W. O p d y k e, D. F. 1941 — The Emergence of Insects From Winona Lake. Invest. of Indian Lakes and Streams. 2.
82. S e b e s t y e n, O. 1947 — *Cladocera* Studies in Lake Balaton. I. Mud Living *Cladocera* and Muddy Bottom As Environment. Arch. Biol. Hungar. 2. 17. 1—16.
83. S p o d n i e w s k a, I. — Fitoplankton zbiorników przyrzecznych i środowisk śródrzecznych. In litteris.
84. S u j e t o w, S. W. 1939 — K poznaniu rybnej produktywności wodojomów. Soobszcz. 8. Znaczenie łośowej tołszczy w ispolzowanii jestwiestwiennego korma rybami. Tr. Limn. St. w Kosinie. 22.
85. S u j e t o w, S. W. 1951 — Potreblenije rybami liczinok chironomid w akwarialnych usłowijach. Tr. Wsies. Gidrob. Obszcz. 3.
86. S z a b a r o w a, N. T. 1950 — Azotistyje wieszczestwa sapropiela. Tr. Saproprop. Łab. 4.
87. S z a r o n o w, L. W. 1951 — Liczinki tendipedid oziera Sewan. Tr. Sewanskoj Gidrob. St. 12.
88. S z c z e r b a k o w, A. P. 1951 — Produktiwnost' makrobientosa Głubokogo oziera. Tr. Wsies. Gidrob. Obszcz. 3.
89. S z c z e r b a k o w, A. P. 1955 — Dinamika mikrobientosa Głubokogo oziera. Tr. Wsies. Gidrob. Obszcz. 6.
90. S z i ł o w a, A. I. 1955 — O filtracjonnom sposobie pitaniya motyla. Dokł. AN SSSR. 105. 3.
91. S z t u r m, L. D., K a n u n n i k o w a, Z. A. 1945 — Rasprostranienije mikroorganizmow w priesnowodnych łośowych otłozenijach. Mikrobiol. 16. 4.
92. T a d a j e w s k i, A. 1956 — Osady jeziora Druzno jako siedlisko fauny dennej. Ekol. Polska A. 4. 9.
93. T a r w i d, K. 1939 — Próba charakterystyki rozmieszczenia głębinowych larw Chironomidów jeziora Wigierskiego. Arch. Nauk. Biol. Tow. Nauk. Warszawa. 8. 4.
94. T h i e n e m a n n, A. 1954 — *Chironomus*. Die Binnengewässer. 20.
95. T h i e n e m n a n n, A., Z a v r e l, J. 1916 — Die Metamorphose der Tannypinen. I. Arch. f. Hydrobiol. Suppl.-Bd. 2.
96. U ł o m s k i, S. M. 1952 — Opyt koliczestwiennogo uczota bientosa na płotnych riecznych gruntach. Tr. Wsies. Gidrob. Obszcz. 4.
97. V a l l e n t y n e, J. R. 1952 — Insect Removal of Nitrogen and Phosphorus Compounds From Lakes. Ecology. 33.
98. V a l l e n t y n e, J. R. 1957 — The Molecular Nature of Organic Matter in Lakes and Oceans with Lesser Reference to Sewage and Terrestrial Soils. Journ. Fish. Res. Board of Canada. 14.

99. Walshe, B. M. 1952 — Autecology of *Chironomus plumosus*. Coll. Intern. du Centre de la Recherche Scient. sur l'Ecologie. 33.
100. Weerekoorn, 1953 — On the Behaviour of Certain *Ceratopogonidae*. Proc. Roy. Entom. Soc. London. A. 28.
101. Wohlschlag, D. E. 1950 — Vegetation and Invertebrate Life in a Marl Lake. Invest. Ind. Lakes and Streams. 2.
102. Zimina, O. N. 1954 — Gidrichimiczeskij i gidriobiologiczeskij režim 1. i 2. tierras i pojmy rieki Wołgi w predielach Kujbyszewskoj Obłasti. Tr. Probl. i Tiem. Sowieszcz. Zoolog. Inst. AN SSSR. 2.
103. Zadin, W. I. 1940 — Fauna riek i wodochroniliszcz. Tr. Zoolog. Inst. AN SSSR. 5. 3—4.
104. Zadin, W. I. 1950 — Żizń w riekach. Żizń priesnych wod SSSR. 3. Moskwa, Leningrad.

AN ATTEMPT AT INTERPRETING THE QUANTITATIVE DYNAMICS
OF BENTHIC FAUNA IN A CHOSEN ENVIRONMENT
IN THE „KONFEDERATKA” POOL (OLD RIVER BED)
ADJOINING THE VISTULA

Summary

The aim of the work was to analyse in detail the quantitative dynamics of the *Tendipedidae*, and to attempt to interpret its course. Investigations lasted from 1953—56, the most intensive work taking place during 1954—55, in a homogeneous environment of a section of the „Konfederatka” pool adjoining the Vistula, the dimensions of the pool being 120×30 m, depth about 1 m, with a muddy bottom, devoid of vegetation.

The mud exhibited a distinct division into two layers — the deeper being of a thick consistency, which did not crack when thrown out of the apparatus, dark grey or black in colour; the surface mud, a few cm in depth, being lighter in colour and of a loose consistency. The mud was basically homogeneous, the percentage of larger detritus being very small.

Whenever the river rose, the water flowed through the pool, but as the water level fell, the pool became cut off from the river.

The individual years differed from each other more or less, with regard to their hydrological character (fig. 2).

Data obtained from the environment examined (Tab. I.), indicative elements (composition of species, absence of tubes of *Tendipes plumosus* extending above surface of mud) and data from literature on similar environments all demonstrate, that there is no serious diminution of oxygen here in the spring-summer-autumn period.

The temperature of the water in the pool (also at the bottom) is parallel to the temperature of the Vistula (Tab. I) and on this account the latter (fig. 2) served as a basis for conclusions regarding thermal dependence.

Examination of pH for purposes of guidance revealed a high degree of stability, which accords with data in literature on this type of pool.

The main object of research was *Tendipedidae* and in particular their predominant species — *Tendipes plumosus* L. and *Pelopia kraatzi* Kieff.

Bottom samples were taken every 5—10 days during the summer period, and every month throughout the rest of the year. In addition quantitative collections were made of the emerging imagines and of the eggs laid; and the following investigated: age structure, mortality, composition of food, vertical distribution, extent to which fish preyed upon them, the fauna carried away by the rise of water and reaction to artificial crowding of larvae.

Benthos was collected chiefly by using a tubular sampler 10 sq. cm in area, while for purposes of control, or in special cases an Ekman-Birge sampler was used. Basic series of samples were sieved through a sieve with an $0,25 \times 0,25$ mm mesh. The reliability under the conditions of this work, of the series of 10 samples each, is clearly shown. Benthos occurred in large numbers in the environment examined: *Oligochaeta* up to 110 000/m², with *Limnodrillus hoffmeisteri* clearly predominating (70—80%) (mainly young and very small individuals below 1 cm long), *Tendipedidae* up to 12 000/1m². Considerable differences were found in different years — in 1954 and 1956 large quantities of *Tendipedidae* (dominants: *Pelopia kraatzi* up to 8000/1m², *Tendipes plumosus* up to 3500/1m²), in 1953 and 1955, small quantities (respectively 2500 and 1700/1m²). More over, in years when the numbers of the dominant species were smaller, other species (*Polypedilum nubeculosum*, *Cryptochironomus defectus*, *Cryptochironomus conjugens*, *Procladius*) occurred in slightly larger numbers.

Despite the differences in numbers, basic common features of the character of the dynamics of the dominant species and in connection with this, also the number of *Tendipedidae*, are evident in the various years — maximum numbers at the end of June and beginning of July, with a decrease towards autumn.

The *Tendipes plumosus* in the environment investigated has one generation a year, with emergence in May — June, the *Pelopia kraatzi* several generations overlap each other.

Several types of apparatus for quantitative collections of the emerging imagines were used (fig. 10), and wide differences, sometimes ten to twenty times the numbers, were found in the results obtained by their use (Tab. IV, fig. 12). The most reliable results were those obtained with the cylindrical traps.

Despite the relatively great homogeneity of the environment examined, differences in the degree of density (variable in time) of the dominating species were found in the slightly shallower, and slightly deeper parts of it. These differences cannot be explained by oxygen relations (in the slightly deeper zone, where undoubtedly a more distinct oxygen deficiency would occur, no decrease in the numbers of the two basic species can be observed; and with the *Pelopia kraatzi*, that is the less resistant of these two species to stagnation, at times this situation is even reversed (fig. 21).

With regard to the vertical distribution of the fauna, this chiefly occupied the surface layer of the mud — about 4 cm — the exception to this rule being *Tendipes plumosus*, about 20% of which occurred at a slightly greater depth (to about 8 cm) in the summer and autumn period, and about 50% in the spring period.

An analysis of the vertical distribution was based on a comparison of normal samples, and samples from the surface layer only, as well as samples divided into layers. It was confirmed that the relation of the numbers of forms (in above-mentioned types of samples) sufficiently small to enable them to escape through the mesh of the sieve is variable in time, which cannot be explained by the size of the organisms. Presumably the cause is the varying degree of activity of these species at different times.

Analysis of the contents of alimentary canals showed, that a difference existed in the food of the dominating species — the *Tendipes plumosus* preferring detritus and small algae, and the *Pelopia kraatzi*

chiefly large, including threadlike species of algae. *Pelopia kraatzi* at least as far as the environment examined was concerned, did not lead a predaceous type of life.

Fish, although they devoured the benthic *Tendipedidae*, did not cause any appreciable reduction in their numbers, as shown by comparison of the numbers of benthos in an environment accessible to fish, and in one from which fish were excluded by a net and also by indirectly drawing conclusions (with regard to *Pelopia kraatzi* it was confirmed that the reduction in numbers in the oldest stage is completely explained by emerging; the oldest larvae of this species was not therefore devoured to any perceptible extent by fish, and there are no grounds for assuming, that this is because fish prefer the younger larvae as food).

Rises in water level did not cause the benthos to be either washed away or brought in, but probably caused transformations in the environment which led to the migration of certain species (*Procladius*, *Polypedilum nubeculosum*) from neighbouring environments. The majority of the species carried along by the rising water were never found in the benthos of the environment examined, despite the fact that samples were collected both during and immediately after the rise in water level (fig. 2, 6).

Emerging of the imagines formed (especially in *Tendipes plumosus*) a relatively small % of the total reduction in the numbers of larvae, during summer and autumn.

Mortality among the larvae of both dominating species (mortality among the *Pelopia kraatzi* was considerable greater in 1954 than that of *Tendipes plumosus*) is well correlated with the course of their quantitative dynamics during the season (this increases towards autumn coinciding with a decrease in the numbers of larvae) (Tab. VIII, fig. 4—7). In view of this, and taking into account the insignificant part played by other causes (migration, depredation by fish, etc.) the fall in the numbers of larvae during the season should chiefly be attributed to their mortality. It is possible that predaceous *Tendipedidae* also play a certain part in this. In the late autumn, winter and spring mortality practically speaking is nil — in the autumn of a given year and the spring of the following the numerical level is (practically) identical (fig. 4—6).

Thus the reduction in numbers over the course of a year is caused by the mortality among the larvae. With regard to *Pelopia kraatzi*

the reduction in numbers of the oldest stage is completely explained by the emerging of the imagines; thus mortality occurs chiefly among the youngest stages of larvae. The great density of *Pelopia kraatzi* larvae in 1954 increased the mortality rate. Experiments in increasing the density of *Tendipes plumosus* population in a natural environment demonstrated, that a considerable increase in number cannot be effected, and that the density is determined by the prevailing conditions (fig. 23—25). Larvae were crowded in cylinders of fine millers gauze (mesh $0,25 \times 0,25$ mm) analogous to the cylinders used for catching imagines. Larvae used to increase density were taken from the same environment.

The numerical level of *Tendipes plumosus* and *Pelopia kraatzi* in any given year is determined by the numbers of young larvae hatching at the end of spring and beginning of summer. Later occurrences of young larvae are not of great significance (fig. 16—19). The numbers of eggs laid remain considerable for a long time (after the principal hatching period at the turn of spring into summer) (fig. 8, 9) and on this account it may be assumed that mortality increases, as summer progresses, among the eggs and freshly hatched larvae. The absence of correlation between the numbers of eggs and numbers of larvae (fig. 9) (≥ 3 mm — perceptible by means of the methods used) also leads to the conclusion that it is not the number of eggs which determines the hatching level of the larvae, at the turn of spring into summer, and in consequence, the level in the given year. This is decided by the prevailing conditions determining mortality at the egg and young larvae stage. These conditions are probably connected with the character of the flow of water during the hatching period of the young generations, since it has been confirmed that the numbers of larvae are large in the years when the flow was not a rapid during this period (in 1954 and 1956), and small in the years when the flow is rapid (in 1953 and 1955). If numerical reduction takes place owing to the predaceous *Tendipedidae* (*Procladius*, *Cryptochironomus defectus*), most probably it also depends on these conditions, since they determine the numbers of predaceous forms.

The impossibility of explaining in the area examined, the level and quantitative dynamics of the various benthic *Tendipedidae* species either by the environment factors: (O_2 , temperature, pH, organic substance contents), or by biology or life cycle, and my own observations and data from literature on the subject, led to formation of

the hypothesis that the level and quantitative dynamics of the numbers of a given population are determined by the above mentioned complicated combination of environment and biocenosis conditions; environment conditions being treated as, to a large extent, being formed by the life activity of the bottom biocenoses, including that of the respective population. These conditions are the cause of the given situation in the benthos; the direct mechanism, however, of the numerical reduction in the various species of *Tendipedidae*, which is determined by these conditions, is the mortality among larvae, and possibly, to a certain extent, depredation by predaceous species of *Tendipedidae*.