

ZDZISŁAW KAJAK

Zakład Ekologii PAN
Warszawa

Przegląd piśmiennictwa dotyczącego bentosu zbiorników zaporowych w związku z budową zbiornika Dębe na Bugu i Narwi

Prace hydrobiologiczne na zbiornikach zaporowych, a w szczególności prace nad bentosem prowadzone są ostatnio bardzo intensywnie, zwłaszcza w ZSRR (Żadina i Iwanowa 1959). Nie doczekały się one jednak jeszcze merytorycznych uogólnień, na których można by oprzeć prognozy odnośnie nowo powstających zbiorników. Prognozy, jakie dotychczas stawiano, opierały się na analizie bentosu bądź w odpowiednich środowiskach rzeki i zbiorowisk przyrzecznych na terenach przeznaczonych pod zalew (zagadnienie to omawia Morduchaj-Bołtowskoj 1955), bądź w jeziorach danego terenu (Rawson 1958 wg Bakiela 1961). Prognozy te rzadko jednak bywały słuszne i raczej dopiero w zestawieniu z faktycznym rozwojem flory i fauny w zbiornikach stanowią materiał do przyszłych uogólnień.

Jako pewne próby uogólnień można potraktować klasyfikacje zbiorników zaporowych. Przykładowo wspomnę tu o podziale Wundscha (1949) na zbiorniki rynnowe i dolinowe i analogicznym podziale Żadina (1950 i Shadin 1958), który jednakże podkreśla duże zróżnicowanie w obrębie każdego z typów, uwarunkowane szeregiem czynników. Abdin (1949) proponuje wyróżnianie typów zbiorników zaporowych analogicznych do typów jezior oligo-, eu- i dystroficznych.

Na bardzo istotne momenty decydujące o charakterze zbiorników zaporowych, wskazuje Starmach (1957), wyróżniając zbiorniki, które cechuje obieg materii typu rzeczno, z przewagą transportu nad osadzaniem (np. zbiornik Rożnowski) i zbiorniki typu stawowego, o przewadze produkcji i akumulacji substancji organicznej nad jej transportem i rozkładem (np. zbiornik w Kozłowej Górze).

Wszystkie te klasyfikacje, aczkolwiek konsekwentne, są niestety mało przydatne do konkretnych prognoz.

Wydaje się, że dotychczas nie doceniano należycie jednej z najistotniejszych cech decydujących o charakterze zbiorników zaporowych — ich wielkości. Zbiorniki zaporowe małe w większym stopniu niż duże

zależą od rzeki, która tworzy ich osady denne, duże — w większym stopniu od charakteru terenu zalanego, rozwoju linii brzegowej, zlewni, rozwoju roślinności.

Szereg autorów zwraca uwagę na podobieństwo zbiorników zaporowych z jednej strony do jezior, z drugiej — do rzek. Zagadnienie to ma dwa aspekty: przestrzenny (części leżące w dolnej strefie zbiornika mają charakter bardziej jeziorny, wyższe — bardziej rzeczny) oraz sezonowy (przy wyższym poziomie wody zbiornik bardziej upodabnia się do rzeki niż przy niskim). Mogłoby się wydawać, że zbiorniki zaporowe stanowią idealne środowiska dla rozwoju bentosu, gdyż wykazują dodatnie cechy jezior — bogactwo osadów organicznych, a nie wykazują ich cech ujemnych — głównie deficytów tlenowych, dzięki okresowym przepływom. W praktyce jednak rzadko sytuacja układa się tak korzystnie. W głębszych strefach zbiorników zaporowych okresowo występuje deficyt tlenowy, zaś w płytkich, górnych odcinkach muł może okresowo ulegać rozmywaniu. Poza tym zależność od przepływów nie jest prosta (K a j a k 1958, 1960, tamże przegląd literatury w tej sprawie).

Zróżnicowanie środowiskowe zbiorników zaporowych z punktu widzenia bentosu

Poza wymienionymi już częściami: górną, gdzie bentos ma najczęściej charakter zbliżony do spokojniejszych, peloreofilnych biocenoz rzecznych, i dolną, o bentosie typu jeziornego, należy jeszcze wyróżnić (w obrębie obu tych części) strefę przybrzeżną z biocenozami fitofilnymi, niekiedy psammofilnymi, bądź nawet litofilnymi, specyficzną dla zbiorników zaporowych strefę okresowo osuszaną oraz strefę zanurzonych krzewów i drzew. W wielkich zbiornikach zaporowych można wyodrębnić jeszcze część centralną, zatoki, ujścia rzek, strefę bliższą i dalszą brzegu itd.

W aspekcie czasowym należy wyróżnić okres wkrótce po zalaniu zbiornika (jeden rok do kilku lat) i późniejszy, a w obrębie każdego roku — okresy przepływowe i bezprzepływowe.

Zmiany w bentosie związane z wiekiem zbiornika

Okres wkrótce po zalaniu

Wkrótce po zalaniu następuje bujny rozwój bentosu, głównie *Tendipedidae*. Obserwuje się to zarówno na terenach zalewanych po raz pierwszy, jak również na terenach okresowo osuszanych i zalewanych ponownie. Na ogół pierwsze opanowują teren gatunki z rodzaju *Tendipes*, zwłaszcza *T. plumosus*, niekiedy także *Glyptotendipes gripekoveni* i *Endochironomus tendens*, rzadziej inne gatunki, jak *Cricotopus* sp. *Polypedium* sp., *Tanytarsus* sp. (Ł a s t o c z k i n 1949). Szybkość opanowania zalanego terenu przez *Tendipedidae* zależy od okresu, w którym zbiornik napełniono, od wielkości zbiornika oraz od ilości imagines. Jeśli zbiornik napełniany jest wiosną lub latem, zasiedlanie przez *Tendipedidae* następuje zwykle po kilku tygodniach, do 2—3 miesięcy (J o f f e 1954a, 1954b, M o r d u c h a j - B o ł t o w s k o j 1955, K y s e l a 1957). Wcześniej zasiedlane są środowiska płytkie, nieco później głębsze. Prawdopodobnie wynika to z różnic w szybkości rozwoju larw

Tendipedidae na różnych głębokościach. Jeśli natomiast napełnienie odbywa się jesienią, gdy imagines pojawiają się w ilości bardzo małej lub wcale, a temperatura jest zbyt niska, intensywny rozwój *Tendipedidae* następuje dopiero wiosną lub latem następnego roku. Przez jesień, zimę i wczesną wiosnę, zbiornik jest praktycznie pozbawiony bentosu (Guńko 1958, Morduchaj-Bołtowskiej 1959b, Morduchaj-Bołtowskiej i Guńko 1959).

Zespół bentosowych *Tendipedidae* tworzy się praktycznie wyłącznie z jaj składanych przez imagines. Fauna nanoszona przez rzekę nie odgrywa poważniejszej roli.

W zbiornikach bardzo dużych, o powierzchni setek km², ilość jaj składanych przez pierwsze pokolenie imagines wylatujących z terenu innych zbiorników nie wystarcza do zasiedlenia całości zbiornika. Jednakże opóźnienie przez to spowodowane nie przekracza 2—3 miesięcy, gdyż rozwój na terenach świeżo zalanych zachodzi bardzo szybko (Joffe 1954a, Morduchaj-Bołtowskiej 1959b, Morduchaj-Bołtowskiej i Guńko 1959), często w ciągu jednego miesiąca pojawia się już nowe, liczniejsze pokolenie imagines. W ciągu roku zwykle rozwija się kilka pokoleń.

Tak więc, nawet na terenach gdzie wyjściowa baza zasiedlenia jest znikoma w stosunku do powierzchni zbiornika, opóźnienie stąd wynikające nie jest duże. Gorzej przedstawia się sprawa tam, gdzie w ogóle nie ma tej bazy wyjściowej, na przykład w otoczeniu zbiorników budowanych na dość znacznej wysokości — na rzekach górskich. Tak było zapewne w wypadku zbiornika badanego przez Nursall (1952); mimo bogactwa troficznego dna (warstwa opadłych liści) biomasa bentosu dochodziła tylko do około 1 g/m² (głównie *Tendipedidae*), prawdopodobnie dlatego, że w okolicy nie było zbiorników wody stojącej, które by dostarczały bazy do zasiedlenia nowo powstałego zbiornika zaporowego. Poważne zwiększenie się biomasy (do około kilkudziesięciu g/m²) stwierdzono dopiero po 7 miesiącach. Dalszy rozwój został jednak przerwany na skutek odcięcia bogatej troficznie warstwy liści, przez naniesienie osadów glinki; to spowodowało pojawienie się oligotroficznego zespołu *Tanytarsariae*. Zwykle z biegiem czasu od momentu zalania (w obrębie pierwszego roku) liczebność i biomasa bentosu rośnie, głównie dzięki wzrostowi osobniczemu, jak również dzięki pojawom nowych *Tendipedidae* (Joffe 1954b; Guńko 1958, Morduchaj-Bołtowskiej 1959a). Morduchaj-Bołtowskiej (1959b) podaje dla Kujbyszewskiego zbiornika zaporowego przeciętną biomasa bentosu na początku lipca — 1,4 g/m², w październiku — 15,19 g/m².

Jeśli chodzi o równomierność rozmieszczenia bentosu, dane różnych autorów nie są jednoznaczne. Jedni stwierdzają plamiastość, gniazdowość rozmieszczenia (Deksbach 1939, Łubianow 1953, Joffe 1954b, Jaroszenko i Nabiereżny 1959), inni — stosunkowo dużą równomierność i brak prawidłowości związanych z charakterem podłoża i warunków (Guńko 1958; Morduchaj-Bołtowskiej i Guńko 1959). W tym drugim wypadku przypisuje się obserwowane zjawiska ogólnemu bogactwu pokarmu w zbiorniku, powstałemu na skutek rozkładu zalanej roślinności. W szeregu wypadków obserwowano intensywny rozwój bentosu nawet w biotopach normalnie niekorzystnych, na przykład na zalanych piaskach (biomasa 5,4—10,8 g/m² — Morduchaj-Bołtowskiej 1956, Siebiencow i in. 1953).

Jak już wspomniano, bujny rozwój bentosu następuje zazwyczaj po kilku tygodniach do kilku miesięcy. Niekiedy jednak, w niektórych biotopach, stwierdza się skrajne ubóstwo fauny po upływie długiego czasu. Stwierdził to na przykład D e k s b a c h (1939) w Kłazminskim zbiorniku zaporowym, Ż a d i n (1948) mówi o powolnym opanowywaniu zalanej gleby w Iwankowskim zbiorniku zaporowym. O powolnym wzbogacaniu się bentosu w niektórych zbiornikach zaporowych w USA wspominali także S h e l f o r d i E d d y (1929, cyt. wg Ż a d i n a 1941).

Jak już wyżej wspomniano, z reguły pierwsze opanowują środowisko *Tendipedidae*. Fauna pierwotnie wodna rozprzestrzenia się nieco wolniej, przy czym zależy to od wielkości zbiornika, ilości i rozmieszczenia zbiorników stanowiących źródło tej fauny, ruchliwości poszczególnych jej elementów, sposobów jej rozprzestrzeniania (falowanie, prądy) i wreszcie od warunków, jakie fauna ta napotka w nowo powstałym zbiorniku. W wielu wypadkach już w pierwszym roku istnienia zbiornika obserwowano intensywne zasiedlanie go fauną pierwotnie wodną. Tak na przykład w płytkich partiach Kachowskiego zbiornika zaporowego (R o l l i in. 1959) w drugiej połowie lata stwierdzono intensywny rozwój *Dreissensia*, rozprzestrzenienie się *Gammaridae* i *Oligochaeta*. G r o m o w (1959) w drugim roku istnienia Permskiego zbiornika zaporowego stwierdził znaczną liczebność *Mollusca*, ale tylko *Pulmonata*. Autor wiąże to z ich odpornością na wysychanie. Możliwe, że istotne jest także łatwiejsze roznoszenie *Pulmonata* przez ruchy wody. Również Ł u b i a n o w (1953) stwierdził, że spośród fauny pierwotnie wodnej *Pulmonata* zasiedlają nowe tereny szybciej, już w pierwszych latach, podczas gdy *Prosobranchia* i *Oligochaeta* później. W drugim roku istnienia Dubosarskiego zbiornika zaporowego J a r o s z e n k o i N a b i e r e ż n y (1959) stwierdzili obecność fauny pierwotnie wodnej (*Oligochaeta*, *Gammaridae*, *Mollusca*) we wszystkich odpowiednich dla niej biotopach. Liczebność jej zależała raczej od warunków życiowych niż od łatwości dotarcia do danego środowiska. Niemniej autorzy stwierdzają, że proces kształtowania się bentosu w drugim roku istnienia zbiornika jest jeszcze niezakończony, o czym świadczy plamiastość występowania fauny. M o r d u c h a j - B o ł t o w s k o j (1959b) w Kujbyszewskim zbiorniku zaporowym stwierdził brak fauny pierwotnie wodnej w ciągu pierwszego roku na zalanej roli i pastwiskach (mimo zamulenia dna). Trzeba jednak uwzględnić dość znaczną szerokość zbiornika w tym miejscu. Szybciej opanowywała fauna pierwotnie wodna (*Asellus*, *Hirudinea*, *Tubificidae*, *Pulmonata*) tereny zakrzewione i łąki.

Ł u b i a n o w (1957) w Kachowskim zbiorniku zaporowym stwierdził intensywne rozsiedlanie się *Mollusca* w pierwszym roku istnienia zbiornika. *Mollusca* decydowały tu o wielkości biomasy. J o f f e (1954b) w Cimlańskim zbiorniku zaporowym wykazał przenikanie na zalany ląd *Gammaridae* i *Dreissensia polymorpha* już w pierwszym roku istnienia zbiornika. K y s e l a (1958b) stwierdził w drugim roku istnienia zbiornika Goczałkowickiego wzrost liczebności i rozprzestrzenienie się *Pisidium* i *Asellus* i dość dużą ilość *Pulmonata*. B u c h a ł o w a (1957) stwierdziła w jeziorze przyrzecznym przez szereg lat zajmowanym pod uprawę już w pierwszym roku po zalewie dość dużą ilość *Oligochaeta* (oprócz *Tendipedidae*). O ile *Tendipedidae* zupełnie nie wymagają do życia osadów mułu i mogą występować bardzo licznie nawet na twardym podłożu, jeżeli tylko środowisko obfituje w pokarm, to *Oligochaeta* pojawiają się

licznie raczej dopiero po osadzeniu się warstwy mułu (K y s e l a 1958a, T i c h y 1959).

Przeciętna biomasa na zalanym lądzie (bądź strefie czasowo osuszanej) jest z reguły większa niż na terenie zalanym od dawna. S i e b i e n c o w i i n n i (1953) stwierdzili przeciętnie kilkakrotnie większą biomase bentosu na osuszanych terenach Rybinskiego zbiornika zaporowego w stosunku do terenów nieosuszanych; przy tym na terenach świeżo zalanych bentos jest cenniejszy jako pokarm dla ryb, gdyż dominują tu *Tendipedidae*, podczas gdy w strefie nieosuszanej znaczny udział mają *Mollusca*.

Według M o r d u c h a j - B o ł t o w s k i e g o (1956) w nowo utworzonych zbiornikach biomasa bentosu wynosiła 4,5—8,5 g/m², zaś w sąsiadujących z nimi, starych — 2,3—2,8 g/m². Zróżnicowanie biomasy bentosu w pierwszym roku po zalaniu, bądź w strefie okresowo osuszanej, jest oczywiście bardzo duże, zależnie od typu zbiornika, charakteru podłoża itd. Przykładowo przytoczę nieco cyfr z sezonu letniego. F i e n i u k (1960) stwierdził na terenach świeżo zalanych 15,7—27,7 g/m² bentosu; na poszczególnych stanowiskach biomasa dochodziła nawet do 53 i 71 g/m². W strefie osuszanej Rybinskiego zbiornika zaporowego biomasa bentosu wynosiła średnio 30,0 g/m² (M o r d u c h a j - B o ł t o w s k o j 1955), w Dnieprowskim zbiorniku zaporowym — od kilku do kilkuset g/m² (Ł u b i a n o w 1952); w zbiorniku zaporowym Symferopolskim (M i e l n i k o w i Ł u b i a n o w 1959), przy ogólnym ubóstwie bentosu, w strefie świeżo zalanej stwierdzono przeciętnie 19,74 g/m² bentosu. W Kujbyszewskim i Gorkowskim zbiorniku zaporowym (M o r d u c h a j - B o ł t o w s k o j 1959a, 1959b) biomasa bentosu wynosiła od kilku do trzydziestu kilku, miejscami nawet do osiemdziesięciu kilku g/m². G u Ń k o (1958) w Gorkowskim zbiorniku zaporowym stwierdził biomase do 23,7 g/m². W Rybinskim zbiorniku zaporowym jesienią w pierwszym roku zalewu było prawdopodobnie 25,0—30,0 g/m² bentosu (M o r d u c h a j - B o ł t o w s k o j 1955). Ż a d i n (1948) podaje dla Uczynskiego zbiornika zaporowego w drugim roku jego istnienia 11,2 g/m², w Klazminskim w pierwszym roku — 10 g/m², w Dnieprowskim na 20 m głębokości — 11,2 g/m² (*Tendipedidae* i *Oligochaeta*), na 4 m głębokości 24,8 g/m² (z tego *Dreissensia* 21,2 g/m²). W Gorkowskim zbiorniku zaporowym (M o r d u c h a j - B o ł t o w s k o j i G u Ń k o 1959) letnia biomasa wynosiła 15—45 g/m² (97—98% to *Tendipedidae*). J o f f e (1954b) w Cimlianskim zbiorniku zaporowym stwierdził przeciętną biomase dla całego zbiornika 7,0 g/m², ale w poszczególnych biotopach do 33,0 g/m². W Dubossarskim zbiorniku zaporowym (J a r o s z e n k o i N a b i e r e ż n y 1959) w pierwszym roku przeciętnie biomasa wynosiła 7,0 g/m² (w niektórych biotopach około 30 g/m²), w drugim — 20,2 g/m² (z tego 78% *Tendipedidae* i *Oligochaeta*). W Wiesiełowskim zbiorniku zaporowym (S y r o w a t s k i 1951, K r u g ł o w a 1959), przy jego ogólnym ubóstwie, na terenach świeżo zalanych biomasa była stosunkowo duża — około 6 g/m². Sądząc z danych K y s e l i (1958a) w Goczałkowickim zbiorniku zaporowym biomasa w pierwszym roku wynosiła prawdopodobnie do kilkunastu g/m². W Kachowskim zbiorniku zaporowym biomasa w pierwszym roku wynosiła od kilku do kilkudziesięciu, a nawet 1000 g/m², jednak głównie dzięki *Mollusca*, inne grupy zwierząt występowały na ogół bardzo nielicznie (Ł u b i a n o w 1957).

Z dostępnych mi danych na temat zróżnicowania liczebności w różnych biotopach w pierwszym roku zalewu (Deksbach 1939, Łastoczkin 1949, Siebiencow i in. 1953, Joffe 1954a, Morduchaj-Bołtowskiej 1955, 1959b, Kysela 1958b, Gromow 1959, Krugłowa 1959, Lediajewa 1959) nie udało się wykazać jakiejś prawidłowości. Na zalanej darni, pastwiskach, łąkach, roli, wśród krzewów i na wyrębach, w dawnych korytach rzek, a nawet na przybrzeżnych piaskach, biomasa (w okresie maksymalnego rozwoju) wahała się zwykle w granicach od kilku do kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu g/m². Wyjątkowe ubóstwo bentosu wykazywały okresowo osuszone podłoża gliniaste, nieporośnięte roślinami (0,196—0,288 g/m² — Lediajewa 1959, Mielnikow i Łubianow 1959), wyjątkowe bogactwo — ponownie zalane muły dawnych zbiorników wodnych. Według Buchałowej (1957) przeciętna biomasa w uprawianym przez kilka lat i ponownie zalanym jeziorze przyrzecznym wynosiła 67,9 g/m². Według Żadina (1950) przy powtórznym napełnianiu Dnieprowskiego zbiornika zaporowego biomasa *Tendipes plumosus* dochodziła do kilkuset g/m².

Zmiany w bentosie zachodzące z biegiem lat

Charakter i zasobność bentosu w pierwszym, niekiedy także w drugim roku po zalaniu najczęściej nie są czymś charakterystycznym dla danego zbiornika. Bujny rozwój bentosu (Żadin 1950, Siebiencow i in. 1953; Morduchaj-Bołtowskiej 1955, Tichy 1959) wynika z obfitości pokarmu, głównie bakterii, co wiąże się z rozkładem roślin i innych substancji organicznych. Dopiero w następnych latach zaczynają decydować cechy konkretnego zbiornika — intensywność osadzania się mułu, chemizm wody, konfiguracja dna itd. Prognozy dotyczące bentosu w zbiornikach zaporowych stawiano z reguły w oparciu o faunę odpowiednich biocenoz rzecznych (Żadin 1948, poza tym przegląd piśmiennictwa patrz Morduchaj-Bołtowskiej 1955). Tymczasem, jak słusznie podkreśla Morduchaj-Bołtowskiej (1955), rozumowanie takie może być słuszne tylko w tych wypadkach, gdy zbiornik zaporowy zachowuje cechy zbiornika rzecznego, na przykład w swym górnym odcinku.

Główna część zbiornika zaporowego, która przez większą część roku ma charakter zbiornika wody stojącej, wykształca własne, specyficzne cechy, decydujące o rozwoju biocenozy. Jednakże stawianie prognoz w oparciu o cechy sąsiadujących zbiorników jeziornych (Rawsón 1958 wg Backiela 1961) także nie wydaje się słuszne, zbyt wielkie są bowiem różnice pomiędzy starymi jeziorami o bogatej historii i nowo powstałymi zbiornikami zaporowymi. Duże rozbieżności prognoz opartych na zasobach bentosu w jeziorach i stanie faktycznym w zbiornikach zaporowych wykazano w ZSRR (Morduchaj-Bołtowskiej 1955). Przeważnie prognozy dla dużych zbiorników zaporowych, stawiane w oparciu o środowiska śród- i przyrzeczne oraz jeziora, okazywały się nierealne (Morduchaj-Bołtowskiej 1955). Bogactwo fauny w pierwszym — drugim roku istnienia zbiornika, wynikające z obfitości substancji organicznych na zalanym terenie, w następnych latach często malało (ilustruje to tabela zestawiona przez Morduchaj-Bołtowskiego 1955). Jako inny przykład służyć może zubożenie bentosu

w Gorkowskim i Kujbyszewskim zbiorniku zaporowym w drugim roku ich istnienia, spadek z kilkudziesięciu g/m^2 do 6—7 g/m^2 (Morduchaj-Bołtowskiej 1959a). Siebiencow i in. (1953) stwierdzili 3—4-krotny spadek biomasy bentosu w czwartym roku istnienia Iwankowskiego zbiornika zaporowego w stosunku do pierwszego roku, w strefie górnej z 2,8 do 0,8 g/m^2 , w środkowej z 14,3 do 3,4 g/m^2 , w dolnej z 17,7 do 5,1 g/m^2 . Jednakże zestawione przez Fieniuka (1959) dane z różnych okresów istnienia tego zbiornika świadczą o stosunkowej stałości i bogactwie ilościowym bentosu w ciągu kilkunastu lat istnienia zbiornika. Ten sam autor wykazał względnie wysoką i podobną biomasa (około 10 g/m^2) w dwóch kolejnych latach badań (piętnasty i szesnasty rok istnienia zbiornika) w Ugliczkim zbiorniku zaporowym. Również Grzybowska i Otto (1958) w podobnym do stawu zbiorniku zaporowym w Kozłowej Górze, w dwudziestym roku jego istnienia, stwierdziły dość duże bogactwo bentosu (1500—2000 osobników *Tendipedidae* i tyleż *Oligochaeta* na m^2). Kysela (1958b) w drugim roku istnienia zbiornika Goczałkowickiego stwierdził mniej więcej takie samo bogactwo bentosu jak w pierwszym roku po zalewie. W szeregu wypadków stwierdzono wzbogacanie się bentosu w miarę upływu czasu. Znanym przykładem jest Dnieprowski zbiornik zaporowy, gdzie biomasa z biegiem czasu rośnie przy zupełnej jednak przebudowie fauny: w pierwszym roku, podobnie jak i w innych zbiornikach, występowały głównie *Tendipedidae*, w następnych głównie *Mollusca*. Biomasa po kilku latach istnienia zbiornika wynosiła przeciętnie kilkadziesiąt g/m^2 , a miejscami sięgała 1 kg/m^2 . Kasymow (1959) dla dużego (620 km^2) Mingieczurskiego zbiornika zaporowego przytacza wprawdzie niskie wartości biomasy (kilka dziesiątych do kilku g/m^2), ale stwierdza jej wzrost w czwartym roku istnienia zbiornika w stosunku do trzeciego. Łubianow (1953) stwierdził znaczny wzrost biomasy bentosu w niewielkim (305 ha) „Surskim Morzu”: w czwartym roku biomasa wynosiła przeciętnie 105,768 g/m^2 (podczas gdy w pierwszym 6,528 g/m^2), przy tym głównie składały się na nią *Tendipedidae* (87 g/m^2). Przykłady wzrostu biomasy bentosu z biegiem lat w zbiornikach zaporowych przytaczają Pietkiewicz (1959) i Gawriłow (1961). Jaroszenko i Nabiereżny (1959) stwierdzili na terenie dość dużego (68 km^2) Dubossarskiego zbiornika zaporowego wzbogacenie ilościowe bentosu w drugim roku istnienia zbiornika w stosunku do pierwszego i przewidyują dalszy wzrost biomasy. Przeciętna wielkość biomasy w 1955 roku wynosiła około 7 g/m^2 , w 1956 — 20,2 g/m^2 (z tego 78% *Tendipedidae* i *Oligochaeta*, 18,7% — *Mollusca*, 3% *Amphipoda*). Autorzy polemizują z tezą Morduchaj-Bołtowskiego (1955) o ubożeniu z czasem dużych zbiorników zaporowych i uważają, że omówione przez niego fakty wynikają ze specyficznych cech poszczególnych zbiorników, a nie z ogólnej prawidłowości. Prawdopodobnie jest w tym dużo słuszności, gdyż przyznamniej dwa z omawianych przez Morduchaj-Bołtowskiego obiektów — Rybinski i Wiesiełowski są bardzo specyficzne. Pierwszy dzięki swej olbrzymiej powierzchni oraz błotnistej zlewni i znacznym obszarom zalanych torfowisk, drugi dzięki położeniu na półpustynnym terenie solniskowym (Krugłowa 1955, 1959). Również w Szyrowskim zbiorniku zaporowym na Kamie, położonym na terenie skalistym o ubogich glebach, biomasa bentosu sięga tylko około 2 g/m^2 (Morduchaj-Bołtowskiej 1955).

Uczynski zbiornik zaporowy wykazuje stosunkowo nieznaczny spadek biomasy, który, być może, wynika jedynie z jej wahań w różnych latach, a bynajmniej nie musi świadczyć o systematycznym spadku biomasy. Stosunkowo niewielka zasobność może się wiązać z ubóstwem dopływającej wody, co wynika z faktu, że zbiornik ten jest ostatni w szeregu kilku zbiorników zaporowych. Niska (ale wzrastająca) biomasa w Mingieczaurskim zbiorniku zaporowym może się wiązać z powolnym jego zamulaniem w związku z dużą powierzchnią. Nie znaczy to jednak, że niewielkie zbiorniki zaporowe zawierają zawsze dużo bentosu. Ż a d i n (1941) przytacza przykład 200-letniego zbiornika zaporowego o głębokości kilku metrów i powierzchni 9 km², którego biomasa wynosi 2—3,2 g/m². S h e l f o r d i E d d y (1929, wg Ż a d i n a 1941) przytaczają przykłady bardzo dużego zróżnicowania ilościowego bentosu w niewielkich zbiornikach zaporowych.

Rybinski zbiornik, ze względu na usytuowany nad nim Instytut Biologii Zbiorników Zaporowych (Instytut Biologii Wodochraniliszcz), należy do najlepiej zbadanych i najintensywniej chyba nadal badanych zbiorników w ZSRR. Wyniki badań (M o r d u c h a j - B o ł t o w s k o j 1955, 1958, M o r d u c h a j - B o ł t o w s k o j i P o d d u b n a j a 1958) na tym zbiorniku zaważyły też, jak się wydaje, w znacznej mierze na wyobrażeniach o kształtowaniu się bentosu w zbiornikach zaporowych. Z tego względu warto może nieco szczegółowiej omówić bentos Rybinskiego zbiornika zaporowego.

Najbardziej rzucające się w oczy cechy tego zbiornika, to jego olbrzymia powierzchnia i związane z tym silne falowanie oraz duże obszary zalanych torfowisk, jak również duże obszary błot i torfowisk na terenie zlewni. Po bujnym rozwoju bentosu w pierwszym roku zalewu w następnych latach nastąpiło stopniowe ubożenie ilości bentosu. Średnio w otwartej części zbiornika w pierwszym roku zalewu było 25—30 g/m² bentosu, przy zakresie wahań 11,9—58,0 g/m² w 6—8 roku zasobność bentosu spadła do 5,0—8,3 g/m², w 9 roku — do 3,9, w 12—13 — do 2,4 g/m², w 15 — do 2,2 g/m². Takie wielkości biomasy odpowiadają jeziorom oligo- lub dystroficznym. Tłumaczy się to słabym zamulaniem (56% dna nie uległo jeszcze zamuleni) oraz niską wartością troficzną mułów pochodzenia torfowego, dominujących w centralnej strefie zbiornika. Globalne ilości mułu nie są małe, jednak rozmieszczony jest on bardzo nierównomiernie, tworząc grube pokłady w zagłębieniach dna, podczas gdy większość obszarów pozostaje niezamulona. Mała strefa przybrzeżna (dostarczająca substancje organiczne z makrofitów) oraz silna mineralizacja w toni wodnej produkcji tej strefy, jak również fitoplanktonu, powodują słaby dopływ substancji organicznych do strefy dennej w centrum zbiornika. Na mułach otwartej części zbiornika biomasa bentosu wynosiła w 15 roku istnienia zbiornika 4—5 g/m² (przy znacznych różnicach na poszczególnych stanowiskach: 0,15—16,78 g/m²), na niezamulonych glebach przeciętnie poniżej 1 g/m² (0,15—4,5 g/m²). W częściach centralnych, nawet na mułach, biomasa nie osiąga 1 g/m². Najwyższą biomasę notowano na szarych mułach pochodzenia rzecznoego, zlokalizowanych przy ujściach rzek (średnio 5—6 g/m², a na najbogatszych 7,8 g/m²). Na darni w strefach przyujściowych biomasa była także większa niż w otwartej części zbiornika. Należy podkreślić, że i ta strefa uległa ubożeniu w stosunku do pierwszych lat, być może pod wpływem dystroficznych cech całego

zbiornika. Najbogatszy jest bentos strefy osuszanej (średnio $7,9 \text{ g/m}^2$, a wraz z fauną fitofilną — $21,8 \text{ g/m}^2$). Wyraźne zróżnicowanie zbiornika na część centralną — uboższą i strefy przyujściowe rzek — bogatsze ustabilizowało się już w ciągu pierwszych 6—7 lat istnienia zbiornika.

Przeciętne bogactwo bentosu w zbiornikach zaporowych

Stabilizacja warunków w zbiornikach zaporowych zachodzi po kilku latach ich istnienia. Oczywiście i później zachodzą nadal zmiany, są one jednak bardzo małe i powolne w stosunku do pierwszych lat po zalewie zbiorników. Przytoczę tu nieco danych o bogactwie bentosu zbiorników zaporowych w warunkach już ustabilizowanych (tab. I). Biomasa w różnych zbiornikach waha się od około 1 do około 100 g/m^2 , najczęściej kilka do kilkunastu g/m^2 . Są to wielkości tego rzędu, co w jeziorach (porównaj Devey 1941, Żadin 1948, Wundsch 1949, Morduchaj-Bołtowskoj 1956, Hayes 1957). Nie zarysowuje się wyraźna zależność od wielkości zbiornika zaporowego. O bogactwie bentosu decydują raczej cechy indywidualne zbiornika, które niestety w rzadkich tylko wypadkach są w pracach omówione i zanalizowane. Na niektóre z tych cech już wyżej wskazywałem, niektóre inne omówię jeszcze.

W biocenozach peloreofilnych i pelofilnych rzek oraz zbiorników związanych z rzeką bogactwo bentosu jest również bardzo zróżnicowane, od poniżej 1 do kilkuset g/m^2 , częściej jednak niż w jeziorach i zbiornikach zaporowych występuje obfity bentos (do kilkunastu lub kilkudziesięciu g/m^2) (Żadin 1941, 1948, 1950, Charin 1950, Buchałowa 1957, Kajak 1958, 1959b, Morduchaj-Bołtowskoj i Guńko 1959, Szkorbatow 1959).

Niewiele jest danych o bentosie jezior przepływowych. Brook i Woodward (1956) wskazują na większe bogactwo bentosu w zbiornikach przepływowych w porównaniu z nieprzepływowymi, jednakże w obu omawianych przez nich zbiornikach bentos jest bardzo ubogi (rzędu 1 g/m^2 w przeliczeniu na świeżą masę fauny).

Zależność bogactwa bentosu od głębokości, sedymentacji i przepływu

Wszystkie trzy czynniki wymienione w tytule są ze sobą ściśle powiązane i z tego względu omówię je łącznie. Sama głębokość, przynajmniej w granicach spotykanych w zbiornikach zaporowych (do kilkunastu, rzadziej do kilkudziesięciu metrów) nie wpływa na bentos ograniczająco. Często na maksymalnych głębokościach spotykano maksymalne liczebności bentosu, o ile wiązało się to z silniejszą sedymentacją w tych miejscach. Tak więc Wierigin (1960) podaje wysoką liczebność bentosu w głębokim Girinskim zbiorniku zaporowym na Amurze. Kisielewa (1959) w Ust-Kamienogorskim zbiorniku zaporowym, przy dobrych warunkach tlenowych, stwierdziła największe bogactwo bentosu na znacznej głębokości. Morduchaj-Bołtowskoj (1959b) stwierdził największe bogactwo bentosu w Kujbyszewskim zbiorniku zaporowym na dużych głębokościach, w korycie rzeki, w związku z najsilniejszą tam sedymentacją. Joffe (1954a) w Cymlanskim zbiorniku zaporowym i Morduchaj-Bołtowskoj w Kujbyszewskim zbiorniku zaporowym stwierdzili wzrost biomasy bentosu w kierunku od góry ku dołowi zbior-

Tabela I

Biomasa bentosu w zbiornikach zaporowych
Biomass of benthos in dam reservoirs

Nazwa zbiornika Name of reservoir	Powierz- chnia w km ² Area in sq.km.	Głębokość średnia w m Average depth in m.	Głębokość maksy- malna w m Maximum depth in m.	Biomasa w g/m ² Biomass in gr./sq.m.	Uwagi Notes	Źródło Source
1	2	3	4	5	6	7
Zbiorniki bardzo duże (kilkaset km ²) Very large reservoirs (several hundred sq. km.)						
Ugliczski		5,4	23,0	ca 10,0	z uwzględnieniem dużych <i>Mollusca</i> ca 20g/m ²	Fieniuk 1959 Siebiencowi in. 1953
Iwankowski	327,3	4,0		ca 10,0	taking into consideration large <i>Mollusca</i> approx. 20 gr. per sq. m.	Fieniuk 1959
Rybinski	4500,0			2,2		Morduchaj-Boł- towskiej 1959b
Wiesielowski	250,0			1,3—14,2	podano wahania w ciągu roku; maxi- mum występuje jesienią fluctuations given over the course of a year; maximum occurs in the autumn	Krugłowa 1959

1	2	3	4	5	6	7
Zbiorniki duże (kilkanaście — kilkadziesiąt km ²) Large reservoirs (about 10 to 60—80 sq. km.)						
Uczinski	20,0		12,0	ca 10—15	nie uwzględniono <i>Dreissensia polymorpha</i> ; wraz z nią biomasa przewyższała 60 g/m ² <i>Dreissensia polymorpha</i> not taken into consideration; together with this species the biomass exceeds 60 gr. per sq. m.	Sokołowa 1959b
Wołchowski				ca 41,0	jeśli uwzględnić <i>Mollusca</i> biomasa 200 g/m ² if <i>Mollusca</i> are included biomass is 200 gr. per sq. m.	Žadin 1940, 1 48
Ust-Kamienogorski (na Irtyszu) (on Irtysz)	ca 40,0		46,0	34,0	w różnych strefach 3,2—80,0 g/m ² in different zones 3.2—80.0 gr. per sq.m.	Kisieleva 1959
Otmuchów				10,7		Wundsch 1949
Turewa	ca 20			22,2		Tiesch 1959
Kutułukski	21,2	5,0	16,0	ca 5,0		Lachow 1950
Dnieprowski		22,0	60,0	kilkadziesiąt do kilkuset from about 50 to several hundreds	głównie <i>Mollusca</i> mostly <i>Mollusca</i>	Łubianow 1952
Wierchnie-Wołyński				5—10,0		Morduchaj-Bołtowskiej 1955
Karaczunowski	35,6			ca 3,0	z uwzględnieniem <i>Mollusca</i> ca 51 g/m ² including <i>Mollusca</i> about 51 gr. per sq.m.	Łubianow 1953, 1959

1	2	3	4	5	6	7
Zbiorniki małe (do kilkunastu km ²) Small reservoirs (up to 20 sq. km.)						
Lake Texoma (Teksas)			20,0	10,29		Sublette 1957
Atwood Lake (Ohio)	ca 6,0	4,6	11,2	do ca 2,0 to ca 2,0	z tego <i>Chaoborus</i> 1,5 g/m ² of which <i>Chaoborus</i> 1.5 gr. per sq. m.	Wright 1954
Kilka małych zbiorników na małych rzekach Several small reservoirs				do ca 10 to ca 10	biomasy obliczone na podstawie liczebności	Gersbacher 1937
Rożnowski	ca 16			kilka do kilkunastu from several to about 20	biomasses calculated on basis of abundance	Grzybowska 1957
Skielski				2,28	hyperakumulacja osadów	
Bielski				1,38	hyperaccumulation of sediments	
Poławski				7,72		
Bez nazwy, koło miasta Kobielaki Nameless, near the town of Kobielaki				ca 50,0	z uwzględnieniem <i>Mollusca</i> ca 1800 g/m ² including <i>Mollusca</i> about 1800 gr. per sq. m.	Łubianow 1956
Poławski				6,4		Siebiencow i in. 1953
Jachromski				5,5		
Bazardżałga (Krym)				1,1		
Omutinski (Kazachstan)				3,2	istniejący od około 200 lat existing for about 200 years	Żadin 1948
Karagandinski (Kazachstan)	ca 6,0	3—4	12	12,0		Malinowska i Goriunowa 1959

1	2	3	4	5	6	7
Eder	ca 10,0			21,3	z uwzględnieniem stawu powyżej zbiornika including the pond above the reservoir	Wundsch 1949
Eder	ca 10,0			6,9	bez stawu without the pond	
Dimel				13,9		
Bleiloch				4,2		
Hohenwarthe				12,9		
Kresowski	5,0			ca 8,0	wraz z <i>Mollusca</i> — 24,5 g/m ² including <i>Mollusca</i> — 24.5 gr. per sq. m.	Łubianow 1953
Christoforowski	2,0			36,5	dominują <i>Tendipedidae</i> <i>Tendipedidae</i> dominate	
„Surskie Morze“ „Surskie Sea“	3,0	2,0	7,0	105,8		
Szołochowski				43,3		
Gruszowski	1,7			6,0		
Nowo-Pokrowski	2,7			10,2		
Nizowski				ca 2,0—15,0	wraz z <i>Mollusca</i> do ca 280 g/m ² including <i>Mollusca</i> up to about 280 gr. per sq. m.	
Bobrowski				ca 3,0—4,0	wraz z <i>Mollusca</i> do ca 34 g/m ² including <i>Mollusca</i> up to about 34 gr. per sq. m.	Łubianow 1959
Wieliko-Bogaczski				ca 1,0	wraz z <i>Mollusca</i> do ca 575 g/m ² including <i>Mollusca</i> up to about	
Bielocerkowski				ca 1,5	575 gr. per sq. m.	
Ostapiewski				0,8—6,0		
Bez nazwy, rejon Charkowa Nameless — Charkow region	1,3	4,0	9,0	ca 3,0		Zacharenko 1959

nika (2,3—7,19—11,34 g/m²) w związku ze słabszymi przepływami i nasilaniem się sedymentacji. Tę samą prawidłowość wykazali Siebencow i in. (1953) dla zbiorników zaporowych Iwankowskiego i Jachromskiego. Guńko (1958) spróbował powiązać zasobność bentosu z szybkością prądu wody. Stwierdził on bujny jego rozwój (ca 11 g/m²) przy szybkości prądu do 5 m/sek., już przy 12 m/sek. biomasa spadła do 1,2 g/m². Łubianow (1959) w kilku zbiornikach półprzepływowych o szybkości prądu 3—12 m/sek. stwierdził dość niską, od kilku dziesiątych g/m² do kilku g/m², biomase bentosu. Fieniuk (1959) wykazał większe bogactwo bentosu w silniej zamulonych płaszczyznach Iwankowskiego zbiornika zaporowego. Przeciętnie w dwóch płaszczyznach silniej zamulonych (dzięki silnie rozwiniętej roślinności, między innymi w strefie osuszanej oraz słabemu przepływowi, jedynie wiosną) biomasa wynosiła około 13 g/m², w dwóch płaszczyznach słabo zamulonych (z powodu wąskości przepływu i słabego rozwoju roślinności) — około 5 g/m². Tiesz (1959) przytacza fakty bujnego rozwoju bentosu w zbiornikach — osadnikach („Vorbecken”) leżących powyżej właściwego zbiornika zaporowego. Ten ostatni z powodu słabszej sedymentacji zawiera mniej bentosu niż zbiorniki zaporowe bez osadników. Kysela (1957), Otto (1957), Kisielewa (1959), Lediajewa (1959), Sokółowa (1959), Tiesz (1959) i inni wykazali większe ilości bentosu w centralnej i głębokiej części zbiornika zaporowego, o silniejszej sedymentacji. Łubianow (1959) w szeregu zbiorników zaporowych ułożonych jeden za drugim stwierdził większą biomase bentosu w zbiornikach wyżej położonych, o silniejszej sedymentacji, niż w niżej położonych, o słabszym dopływie zawieszin. Różnice w biomacie powodowały głównie *Oligochaeta*, które bardziej niż *Tendipedidae* zależne są od grubości mułu.

Oczywiście nadmierna akumulacja, zwłaszcza na większych głębokościach, pociąga za sobą niekorzystną sytuację hydrochemiczną, co powoduje zubożenie bentosu (Abdin 1949, Łubianow 1956, Jaroszenko i Nabiereżny 1959, Tiesz 1959). W takich wypadkach przepływ działa korzystnie, likwidując niesprzyjające dla bentosu następstwa hyperakumulacji (Zadin 1948, Tiesz 1959). Oczywiście ważna jest nie tylko ilość osadzonych substancji organicznych. Wyżej wspomniano już o stosunkowo ubogim bentosie na mułach pochodzenia torfowego w związku z ich małą wartością troficzną (małe ilości bakterii), mimo wysokiego procentu substancji organicznych (Morduchaj-Bołtowskiej 1958, Tichy 1959). Znaczenie wartości troficznej osadów podkreślają różni autorzy (Szyłowa 1958, Konstantinow 1958, Morduchaj-Bołtowskiej 1958, Sorokin 1959).

Wyżej omówiona zależność bentosu zbiornika od grubości osadów jest aktualna tylko w takich sytuacjach, gdy w pewnych miejscach zbiornika sedymentacja jest niewystarczająca. Z chwilą nagromadzenia wszędzie dostatecznie grubej warstwy osadów różnice w jej grubości będą już nieistotne.

Moment nagromadzenia tej „dostatecznej” ilości osadów na całej powierzchni zbiornika może nastąpić po bardzo różnym okresie czasu: po 1—2 lub kilku latach w małych zbiornikach zaporowych o silnej akumulacji, a po kilkudziesięciu prawdopodobnie latach w bardzo dużych zbiornikach zaporowych. Nigdy nie nastąpi to w zbiornikach zaporowych ze stałym bądź okresowym silnym przepływem, rozmywającym na pewnej przestrzeni nagromadzone osady.

Bogactwo bentosu w peloreofilnych biocenozach rzek oraz pelofilnych, tylko okresowo przemywanych, zbiorników przyrzecznych waha się w bardzo szerokich granicach (Z a d i n 1940, 1948, 1950) — od ułamka g/m^2 do ponad $100 g/m^2$, zależnie od konkretnych warunków i sytuacji. Wydaje się (K a j a k 1958, 1960, tamże przegląd literatury), że w środowiskach o grubych osadach mułowych a niewielkiej głębokości, przepływy, jeśli nie rozmywają osadów, nie wywierają zasadniczego wpływu na bogactwo i dynamikę liczebności bentosu. Niekorzystny wpływ wywierają wtedy, gdy przypadają na okres rozwoju nowych pokoleń dominujących gatunków. Prawdopodobnie korzystne byłoby natomiast okresowe przemywanie głębszych środowisk o grubych osadach mułowych ze względu na zapobieganie nadmiernej akumulacji i natlenianie środowiska.

W zastoiskach śród- i przyrzecznych, o cieńszych osadach dennych, większe jest bogactwo bentosu w warunkach wody stojącej. Występują wtedy większe formy *Tendipedidae*, liczniej pojawiają się *Oligochaeta*. W warunkach takich środowisk prawdopodobnie korzystny jest okresowy przepływ, który odświeża strefę denną, likwiduje niekorzystne efekty długiej stagnacji, pozwalając zarazem na osiągnięcie wysokiej liczebności i biomasy w okresach między przepływami (K a j a k 1959a). Stały, nawet słaby przepływ wpływa ograniczająco na rozwój bentosu.

Dynamika liczebności bentosu w ciągu roku

Sprawa sezonowej dynamiki liczebności bentosu w zbiornikach zaporowych w świetle niezbyt licznych prac przedstawia się niejednolicie. W większości wypadków stwierdzono minimum liczebności a raczej biomasy latem, maksimum — zimą, niekiedy jesienią i zimą bądź zimą i wiosną (F i e n i u k 1959 — zbiorniki zaporowe Iwankowski i Ugliczski, K r u g ł o w a 1959 — zbiornik Wiesiełowski, L a c h o w 1950 — zbiornik Kutułuński, S u b l e t t e 1957 — zbiornik Denison, S o k o ł o w a 1959b — zbiornik Uczński, K i s i e l e w a 1959 — zbiornik Ust-Kamienogorski), K a s y m o w (1959) stwierdził maksymalną biomasę bentosu latem, minimalną — wiosną i jesienią. W niektórych wypadkach wykazano różny przebieg dynamiki w różnych środowiskach tego samego zbiornika (G r z y b o w s k a 1957, O t t o 1957, M a l i n o w s k a i G o r i u n o w a 1959).

Nieliczni autorzy, którzy usiłują ustalić przyczyny określonego przebiegu dynamiki, upatrują je w wylotach images (K i s i e l e w a 1959) i wyżeraniu przez ryby, szczególnie intensywnym w okresie letnim (K i s i e l e w a 1959, S o k o ł o w a 1959b). Dużą stabilność biomasy bentosu w ciągu roku na większych głębokościach (10—12 m) przypisuje S o k o ł o w a (1959b) nieżerowaniu ryb w tym środowisku. S z y ł o w a (1960) podkreśla rolę małych form *Tendipedidae*, mających służyć jako rezerwa pokarmowa w okresie wylotu *Tendipes* sp.

Bogactwo fauny w strefie zarośniętej roślinnością wodną

Fauna na roślinności i na dnie pod roślinnością rozwija się bardzo obficie. Biomasa waha się w granicach od kilku do kilkuset g/m^2 (M o r d u c h a j - B o ł t o w s k o j 1955, M a r g o l i n a 1958, F i e n i u k 1959, G r o m o w 1959). W górnych partiach zbiorników bogactwo fauny zwię-

zanej z roślinnością jest mniejsze niż w dolnych (Siebiencow i in. 1953) prawdopodobnie z powodu silniejszego prądu wody, być może także z powodu słabszego rozwoju roślinności, czy większej sedymentacji.

Na płyciznach (do 30 cm) fauna jest bogatsza niż na większych głębokościach (Margolina 1958, Morduchaj-Bołtowskiej i in. 1958). Różnicę tę powodują w znacznej mierze *Mollusca* (Margolina 1958).

Obfitość fauny naroślinnej zależy od gatunku roślin. Szczególnie uprzywilejowany pod tym względem jest rdest ziemnowodny i rdestnice. Często jednakże większe znaczenie ma charakter środowiska, gęstość zarośli itp. (Margolina 1958, Gromow 1960).

Uwagi w sprawie bentosu w zbiorniku zaporowym powstającym na Bugo-Narwi

Prognozowanie zasobności i charakteru bentosu w nowo powstającym zbiorniku zaporowym Dębe na Bugo-Narwi jest bardzo trudne, między innymi z tego względu, że nie wiadomo jeszcze, jak ukształtuje się szereg czynników środowiskowych, takich jak na przykład szybkość przepływu i intensywność akumulacji osadów. Wydaje się, że dla bentosu zbiorników zaporowych o wiele mniejsze znaczenie niż w wypadku jezior ma trofizm wody i związane z nim bogactwo fitoplanktonu. Osady kształtują się głównie dzięki zasilaniu substancjami organicznymi przez rzekę i dzięki produkcji substancji organicznych przez makrofity. Ogólnie rzecz biorąc w niewielkich zbiornikach zaporowych, a do takich będzie należał zbiornik zaporowy na Bugo-Narwi, bogactwo bentosu jest zwykle większe niż w zbiornikach zaporowych bardzo dużych.

Stosunkowo duża przepływowość zbiornika będzie prawdopodobnie sprzyjać bogactwu bentosu. Jak wyżej wspomniano, w biocenozach peloreofilnych spotyka się dużą obfitość bentosu. Zachodzi tylko obawa, czy codzienne wahania poziomu wody, a przy tym brak lub mała ilość roślinności miękkiej przy brzegu, nie wpłyną niekorzystnie na składanie jaj przez *Tendipedidae*. Gdyby tak było, należałoby dostarczyć przybrzeżnych pływających substratów, przy których imagines mogłyby składać jaja.

W nowo powstającym zbiorniku zaporowym będzie można wyróżnić dwie części: górną, o charakterze bardziej rzeczonym i główne rozlewisko koło Zegrza. Jeśli przepływ będzie na tyle słaby, że nie wpłynie ograniczająco na faunę bentosową, bogaty bentos rozwinie się prawdopodobnie w obu częściach zbiornika; w wypadku stałego lub częstego silnego przepływu, bogatszego bentosu należy się spodziewać w bardziej zacisznej, rozszerzonej części zbiornika oraz w partiach leżących na uboczu od nurtu i w zagłębieniach. Osady części górnej będą prawdopodobnie corocznie w większej części rozmywane w okresie fali powodziowej i kształtowane od nowa. Bentos przypuszczalnie będzie tam dość bogaty i podobny w różnych latach, złożony głównie z *Tendipedidae*, w mniejszym stopniu z *Oligochaeta* i *Mollusca*. Mięczaki wystąpią prawdopodobnie liczniej na płyciznach. Jeśli przepływ i rozmywanie osadów będzie zachodzić tylko wiosną, fauna rozwinie się szybko po zmaleniu szybkości prądu wody i rozpoczęciu sedymentacji. W miejscach bardziej zacisznych, o silniejszej akumulacji, liczniej prawdopo-

dobnie wystąpią większe formy *Tendipedidae*, w tym *Tendipes* sp., w bardziej przepływowych — formy drobniejsze. Prawdopodobnie większe bogactwo bentosu wystąpi na płyciznach przybrzeżnych, o ile będzie tam dostateczna akumulacja osadów. W wypadku niedostatecznej akumulacji w tych miejscach, bentos może się okazać bogatszy w korycie rzeki, gdzie przy niezbyt silnym prądzie osadzanie będzie intensywne. Na roślinności przybrzeżnej, głównie w górnej części zbiornika, gdzie będą liczne płycizny, rozwinie się prawdopodobnie bogata fauna naroślinna. W miejscach bezprądowych, o grubej warstwie osadów, bentos może być bardzo ubogi ze względu na niekorzystne warunki hydrochemiczne. Ogólnie rzecz biorąc, w wyższej, górnej części zbiornika nie należy raczej obawiać się ubóstwa bentosu z przyczyn troficznych. Zasilanie osadami przez rzekę, jak również produkcja własna makrofitów w strefach przybrzeżnych winny być wystarczające. Ograniczająco może działać miejscami prąd wody, bezpośrednio i przez niedopuszczanie do dostatecznej sedymentacji. Miejscami natomiast w zatokach, zagłębieniach itp. sedymentacja może być nadmierna. Wobec niezbyt dużych rozmiarów głównego rozlewiska pod Zegrzem sedymentacja i tu powinna być wystarczająca dla obfitego rozwoju bentosu. Wprawdzie produkcja autotroficzna makrofitów będzie tu prawdopodobnie znikoma na skutek braku płycizn, wydaje się jednak, że dostateczne winno być zasilanie zawiesinami organicznymi przez rzekę. Backiel (1961) obawia się, że poważna akumulacja osadów w zbiorniku zaporowym Dębe ograniczy rozwój bentosu. Można mieć zastrzeżenie co do słuszności tych obaw: w znacznie większym Iwankowskim zbiorniku zaporowym akumuluje się rocznie 1—2 cm osadów dennych (Fieniuk 1959); nawet w olbrzymim zbiorniku Rybinskim brak osadów na olbrzymiej przestrzeni jest nie tyle wynikiem niedostatecznej akumulacji, ile nierównomiernego rozmieszczenia osadów na skutek falowania, nierówności podłoża i lekkości osadów. W Uczyńskim zbiorniku zaporowym, ostatnim w systemie zbiorników zaporowych, a więc o bardzo upośledzonej akumulacji, wynosiła ona jednak około 0,5 cm rocznie — po 14 latach osadziło się 3—8 cm (Sokołowa 1959a). Gromow (1959) podaje, że w zalewie Permskiego zbiornika zaporowego na Kamie w drugim roku jego istnienia osadziło się 1—2 cm mułu. W Dnieprowskim zbiorniku zaporowym osadza się corocznie 5—15 cm mułu (Joffe 1954a). Natomiast Starikowa (cyt. według Morduchaj-Bołtowskiego 1955) stwierdza „nieznaczne zamulenie” w 17-letnich zbiornikach zaporowych pod Moskwą.

W rozszerzonej części zbiornika Dębe produkcja autochtoniczna fitoplanktonu wzbogacającego osady będzie prawdopodobnie większa niż w części górnej. Natomiast zarówno w części górnej jak i dolnej słaby będzie dopływ substancji organicznych ze strefy okresowo osuszanej w związku z jej małymi rozmiarami. Coroczne rozmywanie osadów w okresie wysokiej wody ograniczy się prawdopodobnie tylko do tej części głównego rozlewiska, przez którą będzie przechodził główny nurt. Bogactwo bentosu w tej części będzie zależało od szybkości i intensywności uzupełniania osadów. Sądząc z danych ze środowisk corocznie rozmywanych (Kajak 1959a i 1959b), może ono i tutaj być dość duże. W wypadku niedostatecznej sedymentacji w całości, bądź części głównego rozlewiska, warto byłoby niewątpliwie wprowadzić i propagować pewne gatunki roślin (Backiel 1961).

Wobec płytkości i względnej rozległości zbiornika należy się spodziewać korzystnych warunków hydrochemicznych w strefie dennej, co pociągnie za sobą bogactwo bentosu. Obfitość krzewów na terenie przyszłego zalewu powinna przyczynić się do zwiększenia ogólnego bogactwa fauny w zbiorniku przez powiększenie powierzchni podłoża i stworzenie odpowiedniego substratu dla szeregu form.

Niepokój budzi możliwość ograniczenia rozwoju bentosu w wyniku eksploatacji kruszywa z dna zbiornika. Jeśli woda z dużą ilością zawieszin mineralnych będzie wpływała bezpośrednio do zbiornika w znacznych ilościach, spowoduje to prawdopodobnie ograniczenie liczebności bentosu, jak również innych grup fauny (K o n s t a n t i n ó w 1958, M i e s z k o w a 1960). W takiej sytuacji konieczne byłoby oczyszczanie wody w odpowiednich osadnikach.

Wszystkie powyższe uwagi odnoszą się do plus minus ustabilizowanej sytuacji w zbiorniku po 2—3 latach jego istnienia. W pierwszym roku, jak wynika ze zreferowanego piśmiennictwa, we wszystkich zbiornikach zaporowych bogactwo bentosu jest duże. Obawy budzi natomiast możliwość wystąpienia deficytów tlenowych. Możliwość deficytu tlenowego będzie większa, jeśli pozostaną niewycięte zarośla wikliny. Być może z tego względu korzystne byłoby przeoranie podłoża (B a c k i e l 1961) i zmniejszenie w ten sposób ilości szybko gnijącej substancji organicznej. W wyższej części zbiornika na nowo zalanych terenach dzięki silniejszemu przepływowi raczej nie wystąpi deficyt tlenowy i bogactwo bentosu powinno być duże.

Sądząc z przeglądu piśmiennictwa bogactwo bentosu w pierwszym roku jest duże na bardzo różnych podłożach i przeoranie gruntu nie zmieni zasadniczo tego stanu rzeczy. Przeoranie, przynajmniej pewnych partii, byłoby natomiast może wskazane dla dokładniejszego zbadania tej sprawy. Piśmiennictwo nie ujmuje jej zbyt precyzyjnie.

Charakter podłoża na dłuższą metę nie powinien mieć zasadniczego znaczenia, gdyż po odłożeniu się warstwy osadów one będą decydowały o charakterze bentosu. W wypadku nieodłożenia się osadów po 2—3 latach bentos stanie się ubogi niezależnie od pierwotnego charakteru podłoża.

Stosunkowo niewielka powierzchnia zbiornika oraz stosunkowo duży procent powierzchni zalewanych i sąsiadujących zbiorników, które będą stanowić źródło zasiedlenia nowo zalanych terenów, spowoduje prawdopodobnie bardzo szybkie i mniej więcej równoczesne opanowanie całości zbiornika przez faunę. Wystąpią oczywiście pewne różnice w szybkości zasiedlenia przez poszczególne grupy. Pierwsze opanują nowo zalane tereny *Tendipedidae*, nieco później *Oligochaeta* i *Mollusca*. Kwestia szybkości rozwoju bentosu, w tym również rozwoju *Mollusca*, zależy w znacznej mierze, jak wyżej wykazano, od terminu zalewu. Przy zalewie wiosennym lub wczesnoletnim prawdopodobnie cały zbiornik zostanie szybko opanowany przez różne formy, między innymi przez *Mollusca*, i niebezpieczeństwo zapasożycenia ryb może być duże. Przy zalewie jesiennym zasiedlanie będzie prawdopodobnie powolne, na szerszą skalę nastąpi dopiero od wiosny następnego roku. W związku z tym małe będzie niebezpieczeństwo pasożytów przez kilka miesięcy, ale też małe będą ilości pokarmu dla ryb. Przy skąpej ilości roślinności w głównym rozlewisku prawdopodobnie mięczaków również będzie mało. W całości zbiornika dominować będą zapewne *Tendipedidae*. Trudno prze-

widzieć, jakie będzie występowanie ilościowe *Dreissensia*, gdyż według dotychczasowych danych nie widać wyraźnych prawidłowości w opanowywaniu przez nią zbiorników zaporowych.

W ZSRR rozpowszechniona jest aklimatyzacja i introdukcja do zbiorników zaporowych różnych organizmów (Żurawiel 1947, 1959, Krugłowa 1959), głównie skorupiaków. Ma to szczególne uzasadnienie w związku z nienasyceniem biocenoz rzecznych, stanowiących źródło zasiedlania tych zbiorników (Żadin 1940, 1947, Konstantinow 1960, Joffe 1954a). Być może, należałoby zanalizować możliwości introdukcji pewnych gatunków do naszych zbiorników zaporowych.

PIŚMIENICTWO

1. Abdin, G. 1949 — Biological productivity of reservoirs with special reference to the Aswan Reservoir — *Hydrobiol.* 1.
2. Backiel, T. 1961 — Szkic hipotezy o rybackiej produkcji zbiornika zaporowego Dęba na rzekach Bug i Narew — *Ekol. Pol.* B, 7.
3. Brook, A. J., Woodward, W. B. 1956 — Some observations of the effects of water inflow and outflow on the plankton of small lakes — *J. Anim. Ecol.* 25.
4. Buchałowa, W. I. 1957 — Donnaja fauna wodojomow łoża Cimlanskogo wodochraniliszcz — *Tr. probl. tiem. sowieszcz.* 7.
5. Charin, N. N. 1950 — K gidrobiologiczeskoj charakteristike pojmiennych wodojomow niżniego Dona w swiazi s projektirowkoj iskusstwiennych nieriestiliszcz — *Tr. Wsies. Gidrobiol. Obszcz.* 2.
6. Devey, 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.
7. Deksbach, N. K. 1939 — Klazminskoje wodochraniliszcz kanala Moskwa—Wołga w 1937—38 godach — *Biul. Mosk. Obszcz. Ispyt. Prir.* 48.
8. Fieniuk, W. F. 1959 — Donnaja fauna Iwankowskogo i Ugliczskogo wodochraniliszcz — *Tr. Inst. Bioł. Wodochr.* 1.
9. Fieniuk, W. F. 1960 — Sostaw i raspriedielenije bientosa w Mołożskom otrogie Rybinskogo wodochraniliszcz — *Tr. Darwinsk. Gosudarstw. Zapowiedn.* 6.
10. Gawriłow, G. B. 1961 — O formirowanii donnoj fauny iskusstwiennych wodochraniliszcz i o niekotorych woprosach ewolucionnoj tieorii, swiazannyh s etim processom — *Żurn. Obszcz. Bioł.* 22.
11. Gersbacher, W. M. 1937 — Development of stream bottom communities in Illinois — *Ecology* 18.
12. Gromow, W. W. 1959 — Bientos Sylwienskogo zaliwa Permskogo wodochraniliszcz na r. Kamie letom 1955 g. (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
13. Gromow, W. W. 1960 — Liczynki tiendipiedid wodnych rastienij Kamskogo (Permskogo) wodochraniliszcz — *Biull. Inst. Bioł. Wodochr.* 6.
14. Grzybowska, B. 1957 — Fauna denna zbiornika zaporowego w Rożnowie — *Biul. Zakł. Biol. Stawów.* 5.
15. Grzybowska, B., Otto, M. 1958 — Zbiornik w Kozłowej Górze. Badania bentosu w zbiorniku — *Biul.* 19. Komitet do spraw Górnosił. Okr. Przemysł., Komisja dla spraw gospod. wod. i ochr. wód przed zanieczyszcz.
16. Guńko, A. F. 1958 — Wlijanije protoczności wodochraniliszcz na sostojanije donnoj fauny — *Dokł. AN SSSR* 119.

17. Hayes, F. R. 1957 — On the variation in bottom fauna in relation to trophic level and lake dimensions — J. Fish. Res. Board. Canada 14.
18. Joffe, C. I. 1954a — Donnyje kormowyje riesursy Cimlanskogo wodochraniliszczu w pierwyj god jewo suszczestwowanija i pierspiektiwij ich dalniejszego razwitija — Rybn. Choz. 9.
19. Joffe, C. I. 1954b — Formirowanije donnoj fauny Rybinskogo wodochraniliszczu — Tr. probl. tiem. sowieszcz. Zool. Inst. 2.
20. Jaroszenko, M. F., Nabierieżny, A. I. 1959 — Osobiennosti formirowanija gidrobiologiczeskogo rieżima w Dubossarskom wodochraniliszczu — (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
21. Kajak, Z. 1958 — Próba interpretacji dynamiki liczebności fauny bentonicznej w wybranym środowisku łachy wiślanej „Konfederatka” — Ekol. Pol. A, 6.
22. Kajak, Z. 1959a — Rola przyborów wody w wynoszeniu i nanoszeniu fauny bentonicznej środowisk związanych z rzeką — Ekol. Pol. B, 5.
23. Kajak, Z. 1959b — *Tendipedidae* bentosowe środowisk śród- i przyrzecznych środkowego biegu Wisły — Ekol. Pol. A, 7.
24. Kajak, Z. 1960 — Dynamika liczebności *Tendipedidae* bentosowych na terenie mulistych odcinków łachy „Konfederatka” — Ekol. Pol. A, 8.
25. Kasymow, A. G. 1959 — Bentofauna Mingieczurskogo wodochraniliszczu (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
26. Kisielewa, W. A. 1959 — K gidrobiologiczeskiej charakteristike Ust-Kamienogorskogo wodochraniliszczu (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
27. Konstantinow, A. S. 1958 — Biologija chironomid i ich razwiedienije — Tr. Saratowsk. Otdiel. WNIORCh 5.
28. Konstantinow, A. S. 1960 — Raspriedielenije i dinamika bientosa w Wołgie bliz Saratowa — Tr. Saratowsk. Otdiel. WNIORCh 6.
29. Krugłowa, W. M. 1955 — Wlijanije opriesnienija wody Wiesielowskogo wodochraniliszczu na kormowuju bazu bientosojadnych ryb — Tr. naucz.-issl. biológ. Inst. Rostowsk. n./D.
30. Krugłowa, W. M. 1959 — O formirowanii i riekonstrukcji flory i fauny w Wiesielowskim wodochraniliszczu (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
31. Kysela, A. 1957 — Fauna denna zbiornika Goczałkowickiego i występowanie komarów w jego okolicy w r. 1956 — Biul. 8. Komitet do spraw Górnośl. Okr. Przemysł., Komisja dla spraw gosp. wod. i ochr. wód przed zanieczyszcz.
32. Kysela, A. 1958a — Kształtowanie się bentosu na zbiorniku Goczałkowickim w pierwszych latach jego istnienia (IV Zjazd Hydrobiol. Pol. Streszczenia referatów) — Kraków.
33. Kysela, A. 1958b — Fauna denna zbiornika wodnego w Goczałkowicach i jego zlewni w 1957 r. — Biul. 19. Komitet do spraw Górnośl. Okr. Przem., Komisja dla spraw gospod. wod. i ochr. wód przed zanieczyszcz.
34. Lachow, S. M. 1950 — Bientos Kutułukskogo wodochraniliszczu — Zool. Żurn. 29.
35. Lediajewa, A. I. 1959 — Liczinki tiendipedid wodochraniliszcz Uzbiekistana (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
36. Łastoczkin, D. A. 1949 — Dinamika donnogo nasielenija rawninnych wodochraniliszcz — Tr. Wsies. Gidrobiol. Obszcz. 1.
37. Łubianow, I. P. 1952 — Donnaja fauna Dnieprowskogo wodochraniliszczu i woprosy biologiczeskiej produktiwnosti — Zool. Żurn. 31.

38. Łubianow, I. P. 1953 — O formiowaniu i putiach naprawionego zmienienia donnoej fauny małych wodochraniliszcz jugo-wostoka Ukrainy — Zool. Żurn. 32.
39. Łubianow, I. P. 1956 — Osobiennosti rasprostranienija donnoej fauny w riece Worskle — Zool. Żurn. 35.
40. Łubianow, I. P. 1957 — Donnaja fauna niżniego tieczienija Dniepra i Kachowskiego wodochraniliszcz w pierwyj god jego suszczestwowanija — Zool. Żurn. 36.
41. Łubianow, I. P. 1959 — Niekotoryje zakonomiernosti dynamiki donnoej fauny małych riek stiepoj zony Ukrainy w swiazi s naliczijem na nich kaskada wodochraniliszcz (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
42. Malinowska, A. S., Goriunowa, A. I. 1959 — Biologiczeskij režim wodochraniliszcz centralnogo Kazachstana (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
43. Margalina, G. Ł. 1958 — Srawnitielnaja charakteristika žiwotnogo nasienija zaroslej wysszej wodnoj rastitielnosti Rybinskiego wodochraniliszcz — Biul. Inst. Bioł. Wodochr. 2.
44. Mielnikowa, G. B., Łubianow, I. P. 1959 — Prognoz biologiczeskogo režima Dnieprodierżinskogo wodochraniliszcz — Wopr. Ichtiol. 13.
45. Mieszkowa, T. M. 1960 — Izmienienije fauny oziera Arpilicz w swiazi s priewraszczeniem jego w wodochraniliszcz — Zool. Żurn. 39.
46. Morduchaj-Bołtowskoj, F. D. 1955 — K woprosu o formiowaniu bientosa w krupnych wodochraniliszczach (na primiere Rybinskiego) — Zool. Żurn. 34.
47. Morduchaj-Bołtowskoj, F. D. 1956 — Raspriedielenije bientosa w Rybinskom wodochraniliszcz — Tr. Bioł. St. „Borok” 2.
48. Morduchaj-Bołtowskoj, F. D. 1958 — K woprosu o produktiwnosti Rybinskiego wodochraniliszcz — Tr. Bioł. St. „Borok” 3.
49. Morduchaj-Bołtowskoj, F. D. 1959a — Osnownyje puti processa pierwonaczalnogo formiowanija bientosa w wodochraniliszczach na Wołgie — Biul. Mosk. Obszcz. Ispyt. Prir. Otd. Bioł. 64.
50. Morduchaj-Bołtowskoj, F. D. 1959b — Pierwyje etapy formiowanija bientosa Kujbyszewskogo wodochraniliszcz (issledowanija 1956 g.) — Tr. Inst. Bioł. Wodochr. 1.
51. Morduchaj-Bołtowskoj, F. D., Guńko, A. F. 1959 — Donnaja fauna Gorkowskiego wodochraniliszcz w pierwyj god jego suszczestwowanija — Tr. Inst. Bioł. Wodochr. 2.
52. Morduchaj-Bołtowskoj, F. D., Morduchaj-Bołtowska, E. D., Janowska, G. J. 1958 — Fauna pribieżnoj zony Rybinskiego wodochraniliszcz — Tr. Bioł. St. „Borok” 3.
53. Morduchaj-Bołtowskoj, F. D., Poddubnaja, T. Ł. 1958 — O zimnich issledowanijach bientosa w Wołżskom priedustjewom rajonie Rybinskiego wodochraniliszcz — Biul. Inst. Bioł. Wodochr. 2.
54. Nursall, J. R. 1952 — The early development of a bottom fauna in a new power reservoir in the Rocky Mountains of Alberta — Canad. J. Zool. 30.
55. Otto, M. 1957 — Zbiornik w Kozłowej Górze. Badania hydrobiologiczne na zbiorniku — Biul. 8. Komitet do spraw Górnol. Okr. Przemysł., Komisja dla spraw gospod. wod. i ochr. wód przed zanieczyszcz.
56. Pietkiewicz, A. N. 1959 — O formiowaniu biologiczeskogo režima Nowosibirskogo wodochraniliszcz (Dokł. sowieszcz. po obszcz. wopr. bioł. poswiaszcz. 100-letiu Darwinizma) — Tomsk.

57. Roll, J. W., Cejeb, J. J., Zierow, K. K. et al. 1959 — Kachowskoje wodochraniliszczce w pierwyj god jego stanowlenija (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
58. Shadin, W. J. 1958 — Probleme der Bildung des biologischen Regims und der Typologie in künstlichen Seen (Stauseen) — Verh. Internat. Ver. Limnol. 13.
59. Siebiencow, B. M., Miejsner, J. W., Michiejew, P. W. 1953 — Rybowodno-biologiczeskije osnovanija rybochoziazstwiennogo oswojenija wodochraniliszcz na riekach — Tr. Wsierossijsk. naucz.-issl. inst. prudowego rybn. choz. VI, Rybochoziazstw. oswoj. wodochr.
60. Sokółowa, N. J. 1959a — O faunie tiendipedid Uczinskogo wodochraniliszczca i jejo siezonnoj dynamikie (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
61. Sokółowa, N. J. 1959b — Nowyje materiały po bientosu Uczinskogo wodochraniliszczca (po issledowanijam 1950—51 g.) — Tr. Wsies. Gidrobiol. Obszcz. 9.
62. Sorokin, J. I. 1959 — Biomasa bakterij i chemiczeskij sostaw gruntów Rybinskogo wodochraniliszczca — Biul. Inst. Bioł. Wodochr. 4.
63. Starmach, K. 1957 — Badania i kontrola hydrobiologiczna wód powierzchniowych użytkowanych przez wodociągi — Biul. 8. Komitet dla spraw Górnośl. Okr. Przemysł., Komisja dla spraw gospod. wod. i ochr. wód przed zanieczyszcz.
64. Sublette, J. E. 1957 — The ecology of the macroscopic bottom fauna in Lake Texoma (Denison Reservoir) Oklahoma and Texas — Amer. Midl. Natur. 57.
65. Syrowatski, I. J. 1951 — Opyt naprawlonnogo formirowanija rybnogo nasielenija Wiesiełowskogo wodochraniliszczca — Agrobiol. 2.
66. Szyłowa, A. I. 1958 — Matieriały po biologii motyla (*Tendipes* Mg.) Rybinskogo wodochraniliszczca — Tr. Bioł. St. „Borok” 3.
67. Szyłowa, A. I. 1960 — O siezonnym izmienienijach czislennosti i biomasy tiendipedid w Rybinskom wodochraniliszczce — Biul. Inst. Bioł. Wodochr. 6.
68. Szkorbatow, Ł. A. 1959 — Riezultaty gidrobiologiczeskich i gidrochimi-czeskich obsledowanij r. Oskoł w swiazi s sooruzenijem Krasno-oskolskogo wodochraniliszczca (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
69. Tichy, M. I. 1959 — Etapy izuczenija i rybochoziazstwiennogo oswojenija wodochraniliszcz SSSR (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
70. Tiesz, F. W. 1959 — O vysokoj kormnosti i ryboproduktiwnosti wodochraniliszcz ispolzujemych dla razwiedienija karpowych ryb (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
71. Wierigin, B. W. 1960 — Matieriały po kormowej bazie i ichtiofaunie Girinskogo wodochraniliszczca — Biul. Inst. Bioł. Wodochr. 7.
72. Wright, J. C. 1954 — The hydrobiology of Atwood Lake, a floodcontrol reservoir — Ecology 35.
73. Wundsch, H. H. 1949 — Grundlagen der Fischwirtschaft in den Grosstaubecken — Abh. Fischerei 1.
74. Zacharenko, W. W. 1959 — O donnoj faunie odnogo niebolszego wodochraniliszczca na małej rieke — Zool. Żurn. 38.
75. Żadin, W. I. 1940 — Fauna rieki wodochraniliszcz. (Problema pieriestrojki fauny riek SSSR w swiazi s stroitelstwom gidrotiechniczeskich sooruzenij) — Tr. Zool. Inst. 5.

76. Ż a d i n, W. I. 1941 — Problema riekonstrukcji fauny Wołgi i Kaspia w swiazi s wołżskim gidrostroitelstwom — Tr. Zool. Inst. 7.
77. Ż a d i n, W. I. 1947 — Zakonomiernosti massowego razwitia żyzni w wodochraniliszczach — Zool. Żurn. 26.
78. Ż a d i n, W. I. 1948 — Donnaja fauna Wołgi ot Swijagi do Żygulej i jejo wozmożnyje izmienenija — Tr. Zool. Inst. 8.
79. Ż a d i n, W. I. 1950 — Żyzń priesnych wod SSSR 3 — Moskwa—Leningrad.
80. Ż a d i n, W. I., I w a n o w a, M. W. 1959 — Obzor mirowoj litieratury o wodochraniliszczach (Tr. VI sowieszcz, po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.
81. Ż u r a w i e l, P. A. 1947 — Zasielenije wodochraniliszcz puszczewymi organizmami dla ryb — Rybn. Choz. 8.
82. Ż u r a w i e l, P. A. 1959 — Fauna limannogo kompleksa i perspektiwy jejo ispolzowanija dla obogaszczeniya kormowej bazy ryb wodochraniliszcz i drugih wodojomow Ukrainy (Tr. VI sowieszcz. po probl. bioł. wnutr. wod) — Moskwa—Leningrad.

REVIEW OF LITERATURE ON THE BENTHOS OF RESERVOIRS
IN CONNECTION WITH THE BUILDING OF THE DĘBE RESERVOIR
ON THE BUG AND NAREW RIVERS

S u m m a r y

Despite the fact that an increasing amount of research is being made on the areas of dam reservoirs, attempts at summing up results and arriving at general conclusions are very infrequent. Mention must be made here of the division put forward by W u n d s c h (1949) and the analogical division proposed by Ż a d i n (1950) into trough and valley reservoirs, A b d i n's proposal (1949) of differentiation of reservoirs into oligo-, eu- and dystrophic types, types based on the kind of circulation of matter (S t a r m a c h 1957) — river or pond. In addition one of the most important features deciding the character of the reservoirs is their size, small ones being dependent to a greater degree on rivers, large ones being more autonomic. It is usually possible to differentiate parts of a reservoir, and also periods depending to different degrees on the river.

The life of a reservoir must also be divided into the period immediately following filling up — the first year or at most the first few years, when the development of fauna in the reservoir is very intensive and specific, but usually non-typical of the given reservoir, and the later period of relative stabilisation. Soon after filling up, intensive decay of land vegetation takes place, thus providing abundant food for benthos. Water fauna, chiefly *Tendipedidae* (most frequently *Tendipes* sp.) spreads most rapidly. They occur in very different bottoms, often even in those not typical of this fauna — for instance on sand. Their distribution over the reservoir during this period is usually relatively even. This is probably the result of the general trophic richness of the reservoir during this period. When the bottom becomes covered with a layer of sediment the primary character of the bed ceases to be of any importance.

If the reservoir is filled in the spring or summer, the settlement of the *Tendipedidae* usually follows within a few weeks. A reservoir filled in the autumn is not settled until the spring of the following year, since in the autumn the small number of imagines of *Tendipedidae* and the low temperatures are not favourable to the development of the larvae. The benthos group *Tendipedidae* is,

practically speaking, formed exclusively from the eggs laid by imagines. Fauna carried there by the water is not of any great significance.

The trophic richness of the reservoir soon after filling up brings about a considerable acceleration of the development of larvae. The development cycle of *Tendipes* sp. is often completed within one month. Usually the number of imagines hatching from the waters in the flooded area and its neighbourhood are sufficient for settling the dam reservoir. In the case of exceptionally large reservoirs a certain delay takes place.

Fauna which are primarily water fauna settle in the newlyformed reservoir slightly more slowly, but usually spread over it during the first year, or at most over a period of 2—3 years. *Pulmonata* spread more rapidly than other forms, probably as the result of their resistance to the effects of drying up and the fact that they are more easily transferred by the movement of water.

The abundance of benthos often decreases in the second and following years in relation to the first year. This applies chiefly to large reservoirs which silt up slowly, or specific reservoirs, for instance with a peaty influx area and bottom, situated in an area which is trophically particularly poor, etc. Impoverishment of the benthos in reservoirs in course of time is not, however, the rule. There are increasing numbers of instances in which the richness of benthos is maintained on the same level as the first year, or even increases in abundance in the years following flooding.

Differentiation in richness of benthos is usually very great, both in large and small reservoirs. Similarly variations in numbers during the yearly cycle follow very different courses in different reservoirs, and even in different parts of the same reservoir.

The average biomasses of benthos in reservoirs vary within very wide limits — from 1 to 100 gr. per sq.m., most often from a few to about 20 gr. per sq.m. These are figures of the same values as those in lakes, and in pelorheo- and pelophilous biocenoses in rivers and reservoirs connected with rivers. In rivers and in the reservoirs connected with them, however, a great abundance of benthos is more frequent (from about 10 to 60—80 gr. per sq.m.), the average figure being a high one.

As a rule the biomass of benthos is greater in those reservoirs or parts of reservoirs where most intensive sedimentation takes place, unless some restricting factors prevent this. Of course, as soon as a sufficient amount of sediment collects everywhere, the correlation between richness of benthos and the amount of sediments disappears. In addition not only the quantity, but also the quality of sediments is important — e.g. sediments of peaty origin have a very small trophic value, despite the high percentage of organic substances. Periodical through-flows do not appear to interfere with this and even have a favourable effect on the development of the benthos, if they are not so strong as to wash away the sediments, and if they do not occur during the period of mass laying of eggs by *Tendipedidae*.

On the basis of the review of literature made and of preliminary information as to the character of the newly-formed reservoir on the Bug and Narew rivers, it is possible to form a very general idea of the character of the benthos it will contain. This is to be a reservoir relatively small in area (3300 hectares) and in average depth (2.8 m.). Both of these features encourage richness of benthos fauna. The relatively rapid change of water in the reservoir, and the through-flow of water will also perhaps favour the development of benthos (if the through-flow is not too strong). As shown above, benthos is richer in biocenoses either pelorheophilous or periodically subject to through-flow. There is, however,

a question as to whether the daily fluctuations in water level connected with the operation of the hydro-electric power station may not adversely affect the depositing and development of the eggs of *Tendipedidae*. If this took place it would be necessary to provide floating substrata near the banks on which the imagines could deposit their eggs.

If the through-flow is not too strong, rich benthos should develop both in the narrow upper part of the reservoir and in the main pool. When the through flow is strong greater richness of benthos will probably occur in the main pool and in other parts protected from the mainstream.

In the narrower upper part of the reservoir the sediments will probably be washed out by flood water and reformed. The benthos there will presumably be fairly rich, composed chiefly of *Tendipedidae*. In the main pool, if sedimentation is sufficiently rich, benthos should develop with *Tendipes* sp. predominating and a greater participation of *Oligochaeta* and *Mollusca* than in the narrow part of the reservoir.