

JÓZEF BANASZAK

Katedra Biologii i Ochrony Środowiska WSP w Bydgoszczy

KRZYSZTOF KASPRZAK

Zakład Zagospodarowania Turystycznego Akademii Wychowania Fizycznego w Poznaniu

ZASOBY FAUNY MAŁYCH ZBIORNIKÓW WODNYCH I DROBNYCH CIEKÓW

1. Wstęp

Charakterystycznym elementem sieci wodnej wielu obszarów naszego kraju są różnego rodzaju małe zbiorniki wodne i drobne ciek. W niektórych regionach, np. środkowej i południowej Wielkopolsce, ekosystemy te są przeważającym typem wód powierzchniowych. Mimo obserwowanego w środkowej Europie od szeregu lat zaniku małych ekosystemów wodnych nadal jeszcze ich liczba jest znaczna, a na niektórych terenach nawet się zwiększa wskutek przebudowy dotychczasowych systemów wodno-melioracyjnych, budowy nowych zbiorników zaporowych i kanałów przerzutowych oraz bardziej skutecznej ochrony terenów zabagnionych przed osuszaniem. Duży udział w powstawaniu małych zbiorników wodnych na terenach rolniczych mają dodatkowe melioracje nawadniające, zapobiegające nadmiernemu obniżaniu się poziomu wody podziemnej, zwłaszcza budowa i częściowe odtworzenie systemu tzw. małej retencji. Dotyczy to także zbiorników powstałych w wyniku eksploatacji surowców mineralnych oraz podtopień i podwyższaniu poziomu wód podziemnych oraz odbudowy stawów wiejskich. Wobec ciągle powstających zmian ilości małych zbiorników wodnych i drobnych cieków, a jednocześnie trudnego do określenia udziału tych wód w krajobrazie istotna jest analiza ekologiczna ich znaczenia w funkcjonowaniu całego krajobrazu. Dotyczy to nie tylko wpływu tych wód na zmiany warunków środowiskowych, np. mikroklimat, zmniejszenie erozji, stosunki wilgotnościowe gleb lub obieg

wody w zlewni, ale także całościowej oceny wielkości zasobów występującej w nich fauny wodnej lub związanej z wodą i jej oddziaływaniem na przyległe ekosystemy lądowe (Kasprzak 1985 d).

W opracowaniu przedstawiono próbę podsumowania najważniejszych danych pochodzących z bardzo rozproszonego piśmiennictwa oraz badań własnych dotyczących wielkości zasobów fauny w małych ekosystemach wodnych, w których nie jest prowadzona intensywna hodowla rybacka, strefy umiarkowanej na rolniczo-leśnych terenach nizinnych. W piśmiennictwie limnologicznym występuje na ogół duża dowolność w nazewnictwie i klasyfikacji małych zbiorników wodnych i drobnych cieków. Dla celów obecnego opracowania do grupy małych zbiorników wodnych zaliczono wszystkie zbiorniki, których powierzchnia nie przekracza 50 ha (małe jeziora) (najczęściej od kilku do kilkuset m²), natomiast za drobne ciekі uznano wody bieżące o średniej szerokości koryta nie przekraczającej 5 m.

2. Stan dotychczasowych badań

Mimo bardzo dużej liczby małych zbiorników wodnych i drobnych cieków w wielu krajach, m.in. w Polsce, nie prowadzono jednak jak dotąd żadnych kompleksowych badań hydrobiologicznych w tego typu wodach. Istnieje wprawdzie bogata literatura dotycząca wielu cząstkowych problemów hydrobiologicznych, np. oceny występowania rzadziej wielkości - zasobów hydrobiologicznych w małych zbiornikach i drobnych ciekach, ale brak jest na razie opracowań kompleksowo omawiających całość stosunków biocenotycznych w tego typu wodach, zwłaszcza charakteryzujących stan fauny tych ekosystemów. W literaturze ekologicznej znane są opracowania dotyczące oceny roli niektórych grup zwierząt (np. ptaków) lub stanu zagęszczenia i biomasy całych zgrupowań zwierząt (np. bentosu, zooplanktonu, makrofauny naroślinnej i peryfitonowej) w niektórych typach małych ekosystemów wodnych (np. eutroficznych jeziorach stawowych, zbiornikach zaporowych, torfiankach, gliniankach, stawach, strumieniach lub kanałach melioracyjnych). Nieliczne są prace omawiające udział zwierząt w przepływie energii w małych jeziorach (m.in. Winberg 1972, Alimov i in. przedstawiające wyniki kompleksowych badań hydrobiologicznych dotyczących analizy wpływów antropoge-

nicznych na małe jeziora i ich faunę (Koplan-Diks, Stravinskaja 1980) lub szczegółowo charakteryzujące skład gatunkowy, zagęszczenie, biomasę i niektóre właściwości fizjologiczne wybranych grup organizmów małych i płytkich jezior (Kangur 1984). Przykładem innych podobnych badań kompleksowych są także prace prowadzone w małym, eutroficznym stawie w północnym Teksasie w Stanach Zjednoczonych, obejmujące m.in. poznanie struktury i zmian zgrupowań zooplanktonu (Smith i in. 1977, 1979), oceny produkcji i aktywności ryb (Jones i in. 1977a, 1977b) oraz oceny zagęszczenia, biomasy, produkcji i przepływu energii przez zgrupowania makrobentosu (Benson i in. 1980) i w całym ekosystemie stawowym (Childress i in. 1980). Najdokładniejsze jak dotąd kompleksowe oceny zasobów całości fauny bezkręgowców wodnych i glebowych w bagnach (zalewanych glebach torfowobagiennych) przeprowadziła Kozlovskaja (1976) w tajdze i strefie lasów mieszanych europejskiej części Rosji (dawny Związek Radziecki). Poza dokładną charakterystyką tego środowiska autorka oceniła także udział zwierząt glebowych i wodnych w transformacji materii organicznej, dając jednocześnie podsumowanie bardzo bogatego piśmiennictwa, głównie opublikowanego w języku rosyjskim poświęconego tym zagadnieniom. Spośród różnego typu małych ekosystemów wodnych naszego kraju stosunkowo najdokładniejsze badania zoologiczne prowadzono w małych jeziorach lub małych zbiornikach genetycznie związanych z jeziorami lub dużymi rzekami, rzadziej w strumieniach. Szczególnie fragmentaryczne są dane dotyczące charakterystyki fauny drobnych cieków, zwłaszcza kanałów na terenach rolniczych. Dotychczasowe badania nie mogą więc stanowić wystarczającej podstawy do pełnej charakterystyki fauny małych ekosystemów wodnych w skali całego kraju.

3. Charakterystyka i wielkość zasobów fauny różnych typów małych ekosystemów wodnych

Pomimo że dotychczasowy stan poznania zasobów fauny w różnych typach małych ekosystemów wodnych jest bardzo nierównomierny i fragmentaryczny, to jednak uzyskane dotąd dane wskazują, że wody te charakteryzują się występowaniem szeregu specyficznych właściwości związanych ze skła-

dem taksonomicznym, rozmieszczeniem oraz wielkością zagęszczenia i biomasy zwierząt. Dane zawarte w bogatym piśmiennictwie zoologicznym i ekologicznym wskazują, że małe zbiorniki wodne i drobne cieki są często ekosystemami o bardzo bogatej pod względem jakościowym i ilościowym faunie, głównie bezkręgowców. W niektórych typach tego rodzaju wód, zwłaszcza stawach, w skład makrofauny wchodzi od 50 do ponad 100 gatunków (Griffiths 1973, Laurie 1942), a średnie zagęszczenie wszystkich bezkręgowców często przekracza kilkaset tysięcy osobników na m² (np. w stawach, zbiornikach przyjeziornych i przyrzecznych). Liczba gatunków bezkręgowców (głównie makrofauna) w kanałach środkowej Wielkopolski oceniana jest na około 150-200 gatunków (Kasprzak, dane niepubl.). Największą liczbą taksonów makrofauny charakteryzują się małe zbiorniki przyjeziorne, kałuże i zwały szczątków organicznych zalegające przybrzeża jezior. W środowiskach tych notowane są także najczęściej masowe pojawy różnych grup bezkręgowców, m.in. *Oligochaeta*. W pracach o charakterze faunistycznym braknie jednak najczęściej dokładnych statystycznych ocen zróżnicowania gatunkowego, a przede wszystkim reprezentatywności ocen zebranego materiału pod względem liczby taksonów oraz zagęszczenia i biomasy zwierząt.

Zbiorniki okresowe. Cechą charakterystyczną większości małych zbiorników okresowych jest występowanie w nich układów następstwa dominacji gatunków (Chodorowski 1958a, Herlant-Rowe 1966), których długość trwania uzależniona jest od typu zbiornika. Układy dominacji charakteryzują się zazwyczaj dość krótkim okresem silnego rozwoju poszczególnych gatunków, głównie *Diptera*, *Euphyllopoda*, *Cladocera*, *Cyclopoida* i *Protozoa* (Chodorowska, Chodorowski 1958). Wiele grup bezkręgowców w okresowych zbiornikach odznacza się specyficznymi właściwościami fizjologicznymi. U niektórych gatunków *Chironomidae* związanych z zimowymi zalewami, obserwowane są np. stany diapauzy w okresie letnim (Grodhaus 1980). Szybkie wysychanie zbiorników okresowych sprzyja także przyspieszeniu rozwoju populacji niektórych bezkręgowców, np. *Culicidae* (Chodorowski 1958b) lub niektóre *Lymnaeidae*. W małych okresowych zbiornikach przyjeziornych strefy pobrzeża (eulitoral) szczególnie często i licznie występują *Oligochaeta*, *Culicidae*, *Heleidae*, *Tipulidae*, *Tabanidae* i *Mollusca*. W strefie pobrzeża *Gastropoda* stanowią niekiedy do 100% zagęszczenia i biomasy (tab. 1).

natomiast udział *Oligochaeta* w zagęszczeniu makrofauny sięga 80% (tab. 2). Zbiorniki te charakteryzują się nie tylko dużą liczbą występujących taksonów spośród makrofauny (do około 40 rodzin i rzędów), ale także wysokim maksymalnym zagęszczeniem ($220 \cdot 10^3$ osobników m^{-2}) i jednoczesnym występowaniu znacznych różnic w składzie i zagęszczeniu fauny w różnych środowiskach tych zbiorników (Pieczyńska 1971, 1972). Wśród *Oligochaeta* (około $150 \cdot 10^3$ osobników m^{-2}) największym zagęszczeniem odznaczają się *Enchytraeidae* (81 %) i *Tubificidae* (12 %), przy niewielkim udziale pozostałych rodzin (*Lumbriculidae* 3,2 %, *Lumbricidae* 3,1 %, *Naididae* 0,7 %) (Pieczyńska 1971, 1972). Niektóre gatunki *Oligochaeta*, zwłaszcza *Lumbriculus variegatus* (O.F. Müll), występują szczególnie licznie w gnijących szczątkach roślin zalewanych wodą. W głębszych warstwach gleby wśród korzeni roślin występują przedstawiciele *Enchytracidae* (zwłaszcza *Mesenchytraeus armatus* (Lev.) i *Buchholzia appendiculata* (Buchh.) (Kasprzak 1985a). Przy niskich stanach wody w jeziorze liczebność i częstotliwość występowania *Lumbriculidae* i *Naididae* w małych zbiornikach pobraża zmniejsza się znacznie na korzyść gatunków *Enchytraeidae* (Kasprzak 1979). Najbardziej zróżnicowane pod względem składu fauny są pobraża małych kałuży, w których najczęściej obserwuje się także masowe występowanie licznych bezkręgowców (*Culicidae*, *Oligochaeta*, *Planorbidae*, *Lymnaeidae*). Na ogół występuje duże podobieństwo fauny zbiorników przyjeziornych związanych z jeziorami o różnym typie limnologicznym z wyjątkiem pobraża jezior dystroficznych. Małe zbiorniki przyjeziorne charakteryzują się także dużym zróżnicowaniem w pionowym rozmieszczeniu fauny. Szczególnie wysokie jest ono na granicy lądu i wody w środowiskach o dużej ilości zgromadzonej autochtonicznej i allochtonicznej materii organicznej, której różnorodność wielokrotnie przewyższa zróżnicowanie w osadach pozostałych części jeziora. Średnie wartości biomasy bezkręgowców w zbiornikach przyjeziornych są na ogół znacznie wyższe od biomasy tych zwierząt w bentosie pozostałych stref jeziornych. Wynika to z faktu, że w bentosie litoralowym i profundalowym dominują wyłącznie formy mniejsze, podczas gdy w pobrażach formy duże pojawiają się często masowo (Pieczyńska 1971, 1972). Tak np. wśród *Oligochaeta* w bentosie litoralowym dominują na ogół formy mniejsze o średniej masie osobniczej rzędu 0.20 mg

(tab. 3), natomiast w pobrzeżach dominują *Oligochaeta*, charakteryzujące się największą średnią masą osobniczą, nawet do 11,4 mg (Kasprzak 1984).

Znaczny udział zwierząt w większych rozmiarach ciała w małych zbiornikach pobrzeża jezior świadczy o występowaniu w tym środowisku procesów powodujących zwolnienie obiegu materii organicznej, która kumulowana jest w osadach. Przewaga w litoralu i profundalu form mniejszych sprzyja natomiast przyspieszeniu obiegu materii. Zgrupowania bezkręgowców pobrzeża małych zbiorników są mało stabilne w czasie, co związane jest z bardzo szybko zachodzącymi zmianami warunków środowiska, szczególnie wahań poziomu wody. Zmiany składu i zagęszczenia fauny wywołane przesuwaniem się granicy lądu i wody polegają na zwiększeniu się zagęszczenia fauny wodnej (*Chironomidae*, *Tubificidae*, *Isopoda*: *Asellus aquaticus* L.) i zmniejszeniu zagęszczenia fauny glebowej (*Collembola*, *Lumbricidae*, *Enchytraeidae*) w glebach tworzących dno okresowych zbiorników wskutek podnoszenia się poziomu wody w jeziorze (Kasprzak dane niepubl.).

Z małymi zbiornikami okresowymi, a także stałymi zbiornikami wodnymi związane jest występowanie larw *Culicidae*, na których znaczne rozprzestrzenianie się wpływ ma głównie gospodarka człowieka (Dąbrowska-Prot 1971, 1979). Larwy wielu gatunków *Culicidae* znajdują najdogodniejsze warunki do życia i rozwoju w małych zbiornikach o dużej zawartości materii organicznej i występujących w najbliższym otoczeniu miejsc zamieszkania człowieka (Dąbrowska-Prot 1971), w zbiornikach o silnie zarośniętych brzegach (Ovčínikov 1957) oraz różnego typu sztucznych zbiornikach wodnych, w których są jedną z głównych grup zasiedlających je bezkręgowców. Dąbrowska-Prot (1979, 1983) zwraca uwagę na istotny fakt, że *Culicidae* wybierają spośród bardzo różnorodnych typów zbiorników głównie zbiorniki płytkie, o stojącej lub słabo płynącej wodzie, nasłonecznione, bogate w roślinność i materię organiczną. Ze względu na okresowe i masowe pojawy *Culicidae* są ważnym elementem biocenozy w takich małych zbiornikach wodnych, jak drobne zbiorniki astatyczne, wiosenne rozlewiska i okresowe zabagnienia terenu, charakteryzujące się bardzo dużą zmiennością warunków. Stadia larwalne *Culicidae* spotykane są zarówno w zbiornikach wodnych na obszarach leśnych, jak i otwartych, a szczególnie częste i liczne są w małych zbiornikach terenów bagiennych (Dubickij 1970). W ekosystemach wodnych

o uproszczonej strukturze biocenozy, jakimi są małe zbiorniki okresowe lub sztuczne oraz warunkach kiedy pokarm dominującego w zbiorniku wodnym drapieżcy stanowią głównie larwy *Culicidae*, zarówno struktura ilościowa, jak i sieć zależności troficznych biocenozy uzależnione są głównie od obecności i zagęszczenia tych larw (Dąbrowska-Prot 1979). Z licznych danych literaturowych zestawionych przez tę autorkę oraz jej własnych badań wynika, że w sytuacjach dużych zmian warunków środowiskowych, np. znacznych wahań poziomu wody larwy *Culicidae* stanowią pewnego rodzaju element pionierski, zasiedlający jeszcze nie ustabilizowane lub nowo tworzące się środowiska. Wojnarowicz (1960) analizując wielkość zagęszczenia larw *Culicidae* występujących w zbiornikach leśnych (średnia liczba gatunków: 4, średnia liczebność: 262 osobniki \cdot próba⁻¹), śródpolnych (średnia liczba gatunków: 6, średnia liczebność: 448 \cdot osobniki próba⁻¹) oraz w strefie przejścia terenów leśnych w polne (ekoton) wykazał, że zagęszczenie larw tych owadów (gatunki z rodzaju *Anopheles*, *Theobaldia*, *Aedes*, *Culex*) uzależnione jest głównie od głębokości zbiorników, a szczególnie zasobne w faunę *Culicidae* są wody najpłytsze (np. kałuże) strefy ekotonu (średnia liczba gatunków: 7,7; średnia liczebność: 602 osobniki \cdot próba⁻¹). Podobnie Dubickij (1970) uważa, że szczególnie wysokie zagęszczenie *Culicidae* występuje w zbiornikach terenów otwartych. Opierając się na bardzo różnych danych zebranych przez Dąbrowską-Prot (1979) można przyjąć, że zagęszczenie larw *Culicidae* w różnych typach zbiorników waha się od kilkuset do kilku tysięcy osobników na m² i jest bardzo zmienne w okresie roku. Duże okresowe zagęszczenie *Culicidae* wynika zarówno z możliwości wykorzystania jako miejsc lęgowych różnych środowisk wodnych, jak i dużej płodności samic, u których ilość jednorazowo składanych jaj sięga od kilkudziesięciu do kilkuset sztuk (Dubickij 1970, Dąbrowska-Prot 1983).

Zalewane gleby bagienne. Udział zwierząt glebowych i wodnych w zalewanych glebach bagien oceniła w syntetycznym opracowaniu swoich licznych prac Kozlovskaja (1976) wskazując m.in. na podstawowe różnice zagęszczeniu, zróżnicowaniu gatunkowym i składzie taksonomicznym w odmiennych warunkach troficznych (tab. 4). Dla środowisk tego typu charakterystyczne są wysokie zagęszczenia wodnych i glebowych *Mollusca*, *Arthropoda* i *Oligochaeta*. Wśród glebowych bezkręgowców przeważają pod

względem biomasy *Lumbricidae*, a pod względem zagęszczenia zdecydowanie największy udział mają *Collembola* (ponad 67 % ogólnej liczebności fauny glebowej). Fauna wodna występująca w tym środowiska to głównie związane z małymi i płytkimi zbiornikami eutroficznymi larwy *Diptera*, *Mollusca*, *Isopoda* i *Oligochaeta* (70 % ogólnej liczebności fauny wodnej), których działalność życiowa ulega ograniczeniu w wyniku okresowego przesuszania bagien. Tworzenie zalewów na powierzchni gleby i wynikające stąd silne nawilgocenie gleby obejmujące cały profil i powodujące wytwarzanie się warunków beztlenowych, szczególnie odbija się na zmianach zagęszczenia *Lumbricidae*. Powodują one prawie całkowite wyniszczenie zwierząt występujących tylko na wyżej położonych miejscach, z wyjątkiem nielicznych gatunków powierzchniowych. Zalewanie gleb bagiennych powoduje nie tylko zmiany zagęszczenia i taksonomicznego składu fauny, ale odbija się także na powstawaniu zmian fizjologicznych w organizmach tych zwierząt, zwłaszcza związanych z regulacją gospodarki wodnej. Przykładem są *Enchytraeidae* i *Lumbricidae*, u których wahania zawartości wody w ciele stanowią 3-4 % biomasy osobniczej (Kozlovskaja 1976).

W zalewanych glebach bagiennych na terasie zalewowej drobnych cieków najczęściej i najliczniej spośród wszystkich *Oligochaeta* występują *Enchytraeidae* (do $53 \cdot 10^3$ osobników $\cdot m^{-2}$, średnio $8 \cdot 10^3$ osobników $\cdot m^{-2}$), zwłaszcza *Cognettia sphagnetorum* (Vejd.) i przedstawiciele rodzaju *Fridericia*. W większości są to gatunki eurytopowe występujące w glebach różnorodnych środowisk lądowych. Częste są także gatunki amfibiocytyczne z rodzaju *Henlea*, *Mesenchytraeus*, *Marionina* i *Cernosvitiviella*. W faunie *Lumbricidae* (40-144 osobników $\cdot m^{-2}$, średnio 78 osobników $\cdot m^{-2}$) dominują *Lumbricus rubellus* Hoffm., mniejszą liczebność mają *Dendrobaena octaedra* (Sav.) i *D. rubidatenuis* (Eis.) - gatunki charakterystyczne głównie dla różnych środowisk leśnych. Najbardziej uboga pod względem liczby gatunków i osobników jest fauna *Oligochaeta* okresowych i zlewisk. Dominantami w tym środowisku są *Nais communis* Pig. i *Lumbriculus variegatus*, które występują głównie w powierzchniowej warstwie różnych szczątków organicznych oraz w obrostach perifitonu. W okresie letnim kiedy rozlewiska wysychają *Naididae* i *Tubificidae* zanikają, a w ich miejscu pojawiają się nieliczne gatunki *Enchytraeidae*.

Zagęszczenie *L. variegatus* w tym okresie nie ulega natomiast wyraźnym zmianom (Kasprzak, 1977).

Drobne ciek. Dla zobrazowania znaczenia tego typu wód na terenach rolnych Wielkopolski (okolice Kościana) oszacowano udział długości i zajmowanej powierzchni cieków na obszarze 100 km² krajobrazu. Uwzględniono trzy klasy wielkości tych wód: rowy do 0,5 m szerokości, kanały od 0,5 do 5 m i 5-10 szerokości. Rycina 1 ukazuje, że dla retencji zasobów wodnych krajobrazu znaczny i równoważny jest udział wszystkich porównywanych cieków, łącznie z najdrobniejszymi rowkami.

Mimo że sieć drobnych cieków zajmuje w naszym kraju dość znaczną powierzchnię, to jednak środowisko to jest stosunkowo najslabiej zbadane pod względem faunistycznym i ekologicznym. Jedynymi opracowaniami w polskim piśmiennictwie traktującymi o całości makrofauny drobnych cieków nizinnych w naszym kraju są prace Gizińskiego (1961) i Iwaskiewicza (1964, 1965) (tab. 5).

Dotychczasowe dane wskazują, że biomasa makrofauny dennej różnych potoków jest bardzo zmienna i waha się od kilku do ponad 100 g • m⁻² (tab. 5). W dużych kanałach w okresie letnim biomasa całego mikrobentosu i makrobentosu (razem z *Mollusca*) przekraczać może 200 g • m⁻² (Kaftannikova 1975). Znajomość wielkości biomasy makrobentosu w cieku jest pomocna w określeniu przydatności dla celów rybackich, a zasobność w faunę bezkręgowców (tab. 6) określa kierunki prowadzenia gospodarki rybackiej w danym cieku. Ocena rybackich możliwości produkcyjnych drobnych wód płynących była od dawna przedmiotem szeroko zakrojonych badań, które prowadzone jednak z reguły w ciekach podgórskich, właściwych dla występowania pstrąga potokowego. Przegląd tego piśmiennictwa zawiera praca Iwaskiewicza (1965).

Dużym bogactwem fauny i jej wysoką średnią roczną biomasa charakteryzują się kanały odwadniające na rolniczych terenach Wielkopolski (tab. 5). Biomasa ta jest często znacznie wyższa od maksymalnej letniej biomasy makrobentosu i mikrobentosu (bez *Mollusca*, głównie *Dreissena polymorpha* Pall.) niektórych dużych kanałów żeglownych i przerzutowych. Pod względem składu taksonomicznego grup dominujących kanały odwadniające przypominają naturalne strumienie nizinne, gdzie w całości biomasy makrofauny

dominują *Chironomidae*, *Simuliidae* (Diptera), *Ephemeroptera*, *Gammaridae* (*Amphipoda*) i *Trichoptera*. Skład fauny charakteryzuje się jednocześnie pewnymi cechami specyficznymi, np. częstym występowaniem *Porifera*, *Bryozoa*, a brakiem *Hydracarina* (Kasprzak 1983). Największy udział w całości średniej rocznej biomasy (do 93 %) wszystkich zwierząt mają małże z rodziny *Sphaeriidae*. *Amphipoda*, *Oligochaeta*, *Chironomidae* i *Ephemeroptera*.

Średnia roczna biomasa i zagęszczenie *Oligochaeta* $11 \cdot 10^2$ osobników m^{-2} , 4,2 g mokrej masy $\cdot m^{-2}$ (*Potamothrix hammoniensis* (Mich.) 33%, *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. 58 %) i *Sphaeriidae* $3 \cdot 10^2$ osobników $\cdot m^{-2}$ (*Sphaerium corneum* (L.) 6 %, *Pisidium henslowanum* (Shepp.) 72 %, *P. casertanum* Stelf. 22 %; około 39 g mokrej masy m^{-2} (*Sph. corneum*, 63 %, *P. henslowanum* 29 %, *P. casertanum* 8 %) są często w tego rodzaju ciekach znacznie wyższe niż w litoralu śródpolnych jezior eutroficznych (Banaszak, Kasprzak 1980; Kasprzak 1980, 1984, 1985a).

Występujące w drobnych ciekach nizinnych bezkręgowce rozmieszczone są wyraźnie strefowo, a strefy występowania uzależnione są głównie od szaty roślinnej i charakteru dna. Ogólnie przyjmuje się, że głównym siedliskiem licznych gatunków bezkręgowców wodnych w strumieniach o średniej szerokości koryta powyżej 6 m są strefy lenityczne przybrzeżne. Natomiast w ciekach o mniejszej szerokości koryta strefowość zasiedlenia traci często na ostrości, a zwierzęta zasiedlające dno w nurcie są tak samo liczne jak w lenitycznych strefach przybrzeżnych (Iwaszkiewicz 1965). W strefach tych wytwarzają się pływaczki utworzone z mułu, piasku i naniesionych autochtonicznych i allochtonicznych szczątków organicznych, szczególnie licznie zasiedlonych przez *Amphipoda* (*Gammaridae*), larwy *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Plecoptera*, *Ephemeroptera* i *Diptera*. Niemniej ważną rolę w topograficznym rozmieszczeniu bezkręgowców odgrywają przeobrażone źródła różnego typu i wielkości, będące bardzo często miejscami rozrodu gatunków *Gammaridae*, dominujących w makrofaunie tych cieków. Zagęszczenie makrofauny dennej wykazuje wyraźną korelację ze strefami przybrzeżnymi strumieni, zwłaszcza porośniętymi nawet w niewielkim stopniu makrofitami. Najmniejsze ilości bezkręgowców występują w nurcie strumieni, a najbogatszym substratem dla wielu gatunków i grup zwierząt wchodzących w skład makrofauny dennej cieków nizinnych w środowiskach lotycznych są kamienie o średnicy około 10

em i żwir porośnięty różnego rodzaju roślinnością (Iwaszkiewicz 1965). Także roślinność drobnych cieków obficie zasiedlona jest przez bezkręgowce, jednak danych na ten temat jest niewiele. Dotychczasowe badania składu i zagęszczenia całości makrofauny naroślinnej prowadzone były w naszym kraju głównie w zbiorowiskach roślinnych litoralu jezior i zbiorników zaporowych oraz hodowlanych stawów rybackich. O makrofaunie naroślinnej zasiedlającej zbiorowiska roślinne w wodach bieżących, a zwłaszcza małych kanałach odwadniających, nie ma dokładnych danych, co utrudnia przeprowadzenie jakichkolwiek porównań. Zawarte w literaturze dane dotyczące zagęszczenia makrofauny naroślinnej są trudno porównywalne ze względu na różnego rodzaju stosowane metodyki pobierania prób i przeliczania uzyskanych wartości zagęszczeń (Starmach 1954, Karassowska, Mikulski 1960, Głowacka i in. 1976, Gurzęda 1959). Brak także szczegółowych danych o wielkości biomasy oraz udziale różnych grup funkcjonalnych w zagęszczeniu całości makrofauny naroślinnej. W kanałach odwadniających na rolniczych terenach Wielkopolski najliczniej zasiedlone przez makrofaunę są zbiorowiska *Sparganium simplex* Huds. (Kasprzak, Banaszak 1982, Kasprzak 1985b), gdzie dominują *Amphipoda* (*Rivulogammarus roeselii* Gerv.), *Trichoptera* i *Simuliidae*, stanowiące łącznie pod względem biomasy i liczebności około 88% całości makrofauny naroślinnej kanału (około $0,3 \text{ g suchej masy} \cdot \text{m}^{-2}$) (tab. 5). W porównaniu ze średnią biomasą stwierdzoną w stawach hodowlanych - od $15,7 \text{ g mokrej masy} \cdot \text{m}^{-2}$ (Korinkova 1971) do $42,2\text{-}66,0 \text{ g mokrej masy} \cdot \text{m}^{-2}$] (Dvorak 1978) - średnia biomasa makrofauny naroślinnej w kanale odwadniającym jest od kilku do kilkunastu razy mniejsza (Kasprzak, Banaszak 1982, Kasprzak 1985 b). Tylko biomasa *R. roeseli*, gatunku będącego jednym z podstawowych składników diety ryb kanału (Truszkowski, in. ustna), stanowi ponad 50 % całości biomasy makrofauny. W naturalnych strumieniach nizinnych zagęszczenie *Simuliidae* może sięgać do 20 tys. osobników na m^2 , a ich (biomasa do około $70 \text{ g mokrej masy} \cdot \text{m}^{-2}$ (Iwaszkiewicz 1965). Przeszkodą uniemożliwiającą pełne wykorzystanie przez ryby tak bogatych zapasów pokarmowych w postaci makrofauny naroślinnej są często zwarte kępy roślinności na wypłyconych częściach dna i zamulonych odcinkach przybrzeżnych. Są one mało dostępne dla ryb ze względu na swoją gęstość, a jedynie w okresach wyższego poziomu wód miejsca te

penetrowane są przez ryby (Iwaszkiewicz 1965). Prawdopodobnie w różnych okresach roku udział ryb w redukcji makrofauny naroślinnej ulega dużym zmianom ze względu na wędrówki ryb różnych klas wiekowych spowodowane tarłem, zmianami miejsc żerowania, stosunkami hydrologicznymi i zmianami w okresach rozwoju roślinności.

W kanałach prowadzono także eksperymentalne prace dotyczące oceny zróżnicowania gatunkowego, biomasy i produktywności bezkręgowców zasiedlających peryfiton obrastający sztuczne podłoże (Ševcova 1976, Ševcova, Jurčenko, Lavac 1978). Zdaniem Covera i Harrela (1978) w pionierskich zgrupowaniach makrofauny zasiedlającej obrosty peryfitonu na sztucznym podłożu dominują *Chironomidae* (*Calopsectra*, *Cricotopus*, *Dicrotendipes*, *Coryneura*), stanowiące ponad 90 % całości zagęszczenia zgrupowań. W obrostach peryfitonu różnych kanałów przerzutowych szczególnie duży udział w wielkości biomasy wszystkich bezkręgowców mają *Gammaridae* (do 86 %) oraz *Ephemeroptera* i *Mollusca* (do 30 %) (Ševcova 1976). Całkowita średnia biomasa bezkręgowców zasiedlających tego rodzaju środowisko w kanałach wynosi 2,2-6,2 % całkowitej masy obrostów peryfitonu (38 - 56 g mokrej masy $\cdot m^{-2}$), a maksymalna biomasa bezkręgowców sięga w okresie letnim do 24,5 g mokrej masy $\cdot m^{-2}$, przy zagęszczeniu do $1,4 \cdot 10^4$ osobników $\cdot m^{-2}$ (Ševcova 1976).

Zbiorniki przyrzeczne. Bogata pod względem jakościowym i ilościowym fauna niektórych bezkręgowców, zwłaszcza *Chironomidae* i *Mollusca* występuje w różnej wielkości małych zbiornikach przyrzecznych, gdzie duży wpływ na zagęszczenie i skład fauny oraz jej wynoszenie i nanoszenie mają przybory wody w cieku. Badania Kajaka (1958, 1960) oraz zebrane przez niego dane różnych autorów (Kajak 1968) wskazują, że w małych zbiornikach przyrzecznych występuje bardzo duża zmienność warunków środowiskowych w czasie, mająca decydujący wpływ na skład taksonomiczny i wielkość zmian zagęszczenia bentosu, którego wielkość podobna jest jak w jeziorach eutroficznym lub wyższa. W przypadku *Gastropoda* stwierdzono, że na zmienność ich zagęszczenia w ciągu roku szczególnie duży wpływ mają także znaczne zmiany zagęszczenia poszczególnych nielicznych gatunków dominujących, głównie przedstawicieli *Viviparidae*, *Lymnaeidae* i *Planorbidae*. Z przykład mogą tu posłużyć przypadki okresowe gromadzenia się na pływaczach małych zbiorni-

ków przyrzecznych osobników gatunków z rodzaju *Viviparus*, opisywane m.in. przez Žadina (1928), Fröminga (1956) i Stańczykowską (1959, 1960a, 1960b). W zbiornikach przyrzecznych położonych bardzo blisko rzeki, silniej z nią związanych i częściej zalewanych, zagęszczenie bentosu jest wyższe niż w zbiornikach mniej związanych z rzeką. Przybory wody często nie powodują wymywania lub nanoszenia bentosu, natomiast wywołują prawdopodobnie takie zmiany w środowiskach, które są przyczyną migracji niektórych gatunków ze środowisk sąsiednich (Kajak 1958). Przepływy wody przez małe zbiorniki przyrzeczne wpływając na wielkość zagęszczenia bentosu nie zmieniają w zasadzie składu fauny oraz ogólnego charakteru zmian zagęszczenia (Kajak 1960).

Stawy śródpolne. Znajomość fauny bezkręgowców, a zwłaszcza wielkości ich zagęszczenia i biomasy w stawach czyli tzw. "oczkach" śródpolnych jest bardzo fragmentaryczna. Dotychczasowe dane wskazują, że ekosystemy te m.in. obficie zasiedlone są przez *Oligochaeta* i *Mollusca* (tab. 7), których udział w zagęszczeniu i biomacie całości makrofauny niektórych tego typu małych ekosystemów wodnych może osiągać 70-80 % (tab. 1 i 2). Całkowita średnia biomasa *Mollusca* wynosi najczęściej kilkaset g mokrej masy na m² przy średnim zagęszczeniu kilkuset, rzadziej kilku tysięcy (*Sphaeriidae*) osobników na m². Średnia biomasa *Oligochaeta* jest mniejsza i nie przekracza kilku g mokrej masy na m², przy średnim zagęszczeniu kilku tysięcy, rzadziej kilkunastu tysięcy osobników na m². W stawach śródpolnych, podobnie jak w rowach i kanałach, wielkość biomasy *Oligochaeta* w porównaniu np. z profundalem jezior eutroficznych jest wyraźnie mniejsza, co wynika głównie z odmiennego składu gatunkowego i stosunków dominacji gatunków. W ekosystemach tych przeważają głównie przedstawiciele rodziny *Naididae* o wyraźnie mniejszej masie osobniczej w porównaniu z *Tubificidae*, charakteryzującymi się znacznie większą masą osobniczą i mającymi znacznie większy udział w biomacie bentosu w jeziorach (tab. 3). Także wśród *Gastropoda* największy udział w wielkości biomasy mają formy duże (powyżej 500 g mokrej masy) (głównie przedstawiciele rodzaju *Galba*, *Lymnaea stagnalis* L., *Planorbis planorbis* L., *Planorbarius corneus* L.) (tab. 3). Mimo znacznej liczby gatunków występujących w stawach, podobnie jak i w wielu innych ekosystemach wodnych, struktura dominacji zgrupowań tych zwierząt jest na ogół

bardzo ostra, a gatunki najliczniejsze stanowią 40-80 % wszystkich *Gastropoda*. Struktura dominacji biomasy *Gastropoda* jest jednak często znacznie ostrzejsza w porównaniu ze strukturą dominacji liczebności (Kasprzak, dane niepubl.). W efekcie o znaczeniu całego zgrupowania *Gastropoda* w określonym środowisku decyduje, pomimo dużej liczby gatunków, jedynie 1-4 z nich. W miesiącach wiosennych i letnich w zespołach roślinnych stawów, podobnie jak w kanałach lub płytkim litoralu małych jezior, struktura dominacji liczebności *Gastropoda* nie jest często wyraźnie określona w porównaniu ze strukturą dominacji biomasy, co wynika głównie z ogromnego zróżnicowania masy niektórych gatunków, zwłaszcza *Lymnaea stagnalis*. W tym samym czasie i w tych samych środowiskach spotykane są osobniki tego gatunku o masie osobniczej od 1,5 do 4800 mg mokrej masy. Szczególnie wysoką biomasą *Gastropoda* odznaczają się stawy, które nie są odwiedzane przez hodowane ptactwo domowe, niszczące np. całkowicie faunę *Gastropoda* w większości stawów wiejskich.

Banaszak (1989) porównał zróżnicowanie taksonomiczne i biomasę bezkręgowców występujących w osadach dennych trzech drobnych kanałów i stawków, usytuowanych w krajobrazie rolniczych zachodniej Polski. Stwierdzono większą różnorodność taksonów oraz kilkukrotną przewagę liczebności i biomasy makrobentosu w kanałach. Wykazano, że przeżyźnienie oraz gorsze warunki tlenowe (niedobory w warstwie przydennej) w stawkach ograniczają w znacznym stopniu rozwój makrobentosu. Ujawniono odmienną strategię zasiedlania obu typów wód. Ponad połowę (56,5%) składników makrobentosu drobnych stawków stanowią owady, opuszczające w postaci imagines zbiorniki przed letnimi deficytami tlenowymi. Natomiast w kanałach owady te stanowią - w stosunku do pozostałej części makrobentosu - zaledwie 22% fauny dennej.

Małe jeziora. Faunistycznych danych dotyczących fauny małych jezior jest w literaturze stosunkowo najwięcej, rzadko spotyka się jednak opracowania przedstawiające całościową charakterystykę składu fauny, zwłaszcza stosunków ilościowych w obrębie różnych zgrupowań zwierząt zasiedlających poszczególne strefy i środowiska małego jeziora. Wiele obserwacji wskazuje na występowanie na ogół dużego zróżnicowania bentosu w małych jeziorach, co związane jest niewątpliwie z dostępnością dla zwierząt dużej ilości nagro-

madzonego pokarmu. Wielkość zagęszczenia i biomasy bentosu w małych jeziorach charakteryzuje się jednak bardzo dużą zmiennością. W ciągu sezonu wegetacyjnego liczebność bentosu w małym płytkim jeziorze eutroficznym może zmieniać się od kilku do kilkudziesięciu tysięcy osobników na m^2 (biomasa: 1,1-36,1 g mokrej masy $\cdot m^{-2}$); zmiany biomasy wykazują jednak w różnych strefach jeziora podobny charakter: wysokie wartości wiosną, spadek w lecie, ponowny wzrost jesienią (m.in. Kajak, Dusoge 1973). Analiza wielkości biomasy bentosu (tab. 8) kompleksu małych jezior okolic Węgorzewa na Pojezierzu Mazurskim (Pieczyńska i in. 1963) - bardzo zróżnicowanych pod względem typologicznym (trofia), wielkości powierzchni i średniej głębokości - wykazała, że w przypadku jezior o powierzchni nie przekraczającej 100 ha wielkości biomasy wyraźnie zmniejsza się wraz ze wzrostem powierzchni jeziora. Największe wartości średniej biomasy (9,5 g m^{-2}) stwierdzono w zbiornikach o powierzchni do 10 ha; była ona prawie trzykrotnie większa od biomasy jezior w jeziorach o powierzchni 50-100 ha. Mimo dużych wahań w większości badanych jezior średnia wielkość biomasy nie przekraczała 6 g $\cdot m^{-2}$. Biomasa jezior typu stawowego była 3,5 razy większa od biomasy jezior eutroficznnych, a biomasa jezior płytkich (o głębokości do 3 m) była prawie trzykrotnie większa (0,2-37,0 g $\cdot m^{-2}$, średnio 9,5 g $\cdot m^{-2}$) od biomasy jezior głębszych (o głębokości powyżej 3 m) (0,2-13,8 g $\cdot m^{-2}$, średnio 3,4 g m^{-2}) (Pieczyńska i in. 1963). Bardzo różnie kształtowały się także stosunki dominacji różnych grup (tab. 8); często największy udział w wielkości biomasy bentosu miały *Oligochaeta* i *Chironomidae*. Płytkość zbiornika związana jest nie tylko ze zjawiskiem ruchliwości masy wodnej, dynamiką wymiany substancji biogennych między osadami dennymi i wodą, ale także z przenikaniem światła do dna, które w płytkich zbiornikach wywiera istotny wpływ na charakter siedlisk dennych i ich faunę. Podniesienie dna do strefy eufotycznej jest jak wiadomo jednym z warunków przemian profundalu w strefę pseudolitoralalu. Na duża zmienność wielkości zagęszczenia i biomasy bentosu profundalu małych jezior eutroficznnych zwracają uwagę także Smirnova i in. (1980) (tab. 9). Stwierdzając wyraźną prawidłowość, że w miarę wzrostu eutrofizacji małych jezior zwiększa się zagęszczenie i biomasa bentosu profundalu, podkreślają jednak różną intensywność tego wzrostu w jeziorach o odmiennej trofii i morfologii brzegów. Na wzrost

wielkości biomasy i zagęszczenia oraz liczby gatunków bentosu profundalu (śródojezierza) i sublitoralu szczególnie wpływ mają dopływy ścieków przemysłu rolno-spożywczego (np. mleczarni) o dużej zawartości substancji organicznych oraz wzrost ładunków związków biogennych dopływających do zbiornika w wyniku zwiększania się udziału w powierzchni zlewni terenów uprawnych, co wiąże się z bardziej intensywnym spływem powierzchniowym (tab. 9). Eutrofizacja małych jezior oligotroficznych i mezotroficznych powoduje także giniecie w profundalu pojedynczych lub całych zgrupowań form tlenolubnych, które zastępowane są przez gatunki bardziej odporne na deficyty tlenowe, przy jednoczesnym wyraźnym wzroście liczby gatunków w profundalu i sublitoralu. Podobnie w przypadku zbiorników zaporowych bogactwo bentosu jest znacznie większe w zbiornikach małych niż bardzo dużych (Kajak 1962).

W opracowanej przez Gizińskiego (1974) faunistycznej typologii jezior zwraca się uwagę na jedną z podstawowych przyczyn różnic charakteru ilościowego fauny dennej jezior o podobnej trofii jaką jest różny stopień statyczności mas wodnych, który w zbiornikach małych może być wyraźnie niższy niż w dużych. Małe jeziora charakteryzują się znacznie mniejszą długością rozbiegu fali, a ich głębokość maksymalna i średnia wcale nie muszą być mniejsze niż w jeziorach o dużej powierzchni. Jeziora małe, zwłaszcza o wysokich zalesionych brzegach, wykazują zatem niekiedy niższy wskaźnik mieszania niż jeziora duże, a to jest powodem ilościowego ubóstwa fauny (Giziński 1974). Zwiększenie stopnia mieszania wód małego jeziora, np. poprzez wycięcie lasu otaczającego jezioro i zwiększającego statyczność jego wód, wywiera wyraźny wpływ na podwyższenie zagęszczenia bentosu (Giziński, Mikulski 1965; Giziński 1974, Smirnova i in. 1980).

Zmiana trofii małych jezior, zachodząca pod wpływem prowadzonych w zlewni zabiegów gospodarczych, wywiera także duży wpływ na wielkość zagęszczenia biomasy oraz liczbę gatunków zooplanktonu (tab. 10). Mjaemets (1980) wskazuje, że wzrost trofii małych jezior oligotroficznych sprzyja zwiększeniu liczebności *Rotatoria*, co powoduje wzrost zagęszczenia całości zooplanktonu przy spadku jego biomasy. Eutrofizacja małych jezior mezotroficznych i umiarkowanie eutroficznych powoduje wzrost liczebności i biomasy zooplanktonu, przy stopniowym zmniejszaniu się liczby gatunków

Cladocera i *Copepoda* oraz wzroście liczby gatunków *Rotatoria*. W wyniku dalszej eutrofizacji małych jezior hypertroficznym zwiększa się ogólna liczebność zooplanktonu przez wzrost liczebności *Rotatoria* przy wyraźnym spadku biomasy oraz liczby gatunków *Cladocera* i *Copepoda* (tab. 10).

Zasoby kręgowców małych ekosystemów wodnych. Stan poznania zasobów kręgowców związanych z różnego rodzaju małymi zbiornikami i drobnymi ciekami, skąd różne gatunki penetrują przyległe ekosystemy lądowe, jest wysoce niezadowalający. W literaturze brakuje dokładnych ocen zagęszczenia płazów związanych z tym środowiskiem, zwłaszcza gatunków uznawanych powszechnie za pospolite na terenie całego kraju. Większość istniejących informacji dotyczy osobników przeobrażonych mających zdolność penetrowania środowiska lądowego, natomiast prawie zupełnie brak jest informacji o zagęszczeniu kijanek i liczbie składanych jaj. Terentiev (1950) wspomina, że zagęszczenie kijanek w stawach może sięgać do około $6 \cdot 10^5$ osobników $\cdot \text{ha}^{-1}$. Stwierdzono także, że nawet niewielkie stawy o powierzchni około 200 m^2 może opuszczać rocznie ponad $4 \cdot 10^4$ osobników przeobrażonych płazów (Ryszkowski, Truszkowski 1975). Zagęszczenie dorosłych osobników *Bufo bufo* (L.) na terenach rolniczych środkowej Wielkopolski oceniono na około 50 osobników $\cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast zagęszczenie *Pelobates fuscus* (Laur.) i *Rana arvalis* Nils. wynosi około 100 osobników $\cdot \text{ha}^{-1}$ (Karg, Mazur 1969). Oceny zagęszczenia płazów wykonane na tych samych terenach w latach 1975-1980 wskazują, że w krajobrazie rolniczym o intensywnie prowadzonej gospodarce rolnej na powierzchni około 2 tys. ha żyje $118 \cdot 10^3$ osobników (194 kg suchej masy) 7 gatunków płazów (59 osobników $\cdot \text{ha}^{-1}$, 97 g suchej masy $\cdot \text{ha}^{-1}$), z czego 20 % stanowią osobniki dojrzałe (Berger i Tuszowski, in.). W lasach zagęszczenie *Bufo bufo* oceniono na około 100 osobników $\cdot \text{ha}^{-1}$, w ogrodach na 70 osobników $\cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast zagęszczenie *Rana arvalis* w lasach na 85 osobników $\cdot \text{ha}^{-1}$ (Honjakina 1953, Garanin 1961). W literaturze istnieją także informacje o wyraźnych tendencjach niżkowych zagęszczenia płazów w dłuższych okresach czasu. Zmiany zagęszczenia płazów są dla wszystkich obserwatorów terenowych dość dobrze widoczne, jednak ze względu na prawie zupełny brak danych eksperymentalnych i porównawczych rzadko wyrażać można je liczbowo (Głowaciński i in. 1980). Spadek zagęszczenia płazów obserwowany jest głównie na terenach

rolniczych i dotyczy zwłaszcza gatunków z rodzaju *Rana* i *Bufo*. Poza bezpośrednimi obserwacjami terenowymi wskazują na to także pewne próby oceny zmian bezwzględnej liczebności płazów. W wyniku połowów w rowki chwytne na uprawach rolnych w 1970 roku odławiano średnio $8 \cdot 10^{-3}$ osobników \cdot metr rowka⁻¹ \cdot doba⁻¹ (Ryszkowski i Truszkowski 1975), podczas gdy jeszcze w 1967 roku Karg i Mazur (1969) odławiali $10,7 \cdot 10^3$ osobników metr rowka⁻¹ \cdot doba⁻¹.

O ptakach związanych z małymi ekosystemami wodnymi, zwłaszcza położonymi na terenach rolniczych, brak szczegółowych danych, mimo że w ostatnich 30 latach w różnych ośrodkach naukowych naszego kraju prowadzone były faunistyczne i ekologiczne badania ptaków ekosystemów słodkowodnych (głównie jeziora, rzeki, stawy rybne). Przez pewne podobieństwa do środowiska stawów rybnych można sądzić, że małe zbiorniki wodne (stawy, oczka śródpolne, torfianki) zamieszkałe są przez populacje ptaków związanych bezpośrednio ze zbiornikami wodnymi oraz z mokrymi łąkami (Bocheński 1960). Analiza występowania ptaków wodnych i błotnych w różnych typach ekosystemów przeprowadzona przez Borowiec (1981), uwzględniająca wszystkie gatunki ptaków korzystające z zasobów pokarmowych zbiornika, a więc także gatunki niełęgowo oraz związane ze środowiskiem wodnym tylko sezonowo, wskazuje na duże podobieństwo stawów hodowlanych do zbiorników eutroficznym i rzek. Stawy tego rodzaju są płytkie (maksymalnie 2-3 m), ale dzięki występowaniu odpowiedniego pokarmu obfitują w gatunki ptaków preferujących raczej wody głębokie (perkoz, czernica). W otoczeniu stawów bardzo często znajdują się podmokłe łąki lub torfowiska, rowy melioracyjne, kanały porośnięte trzciną lub obsadzone drzewami, co pozwala na gniazdowanie wielu gatunków ptaków charakterystycznych dla rzek (siewkowiec, bączek, kokoszka wodna). W wielu przypadkach bardzo podobny gatunkowy skład ptaków obserwuje się także na stawach, w których nie jest prowadzona intensywna hodowla ryb. Stosunkowo najdokładniejsze i wiarygodne dane dotyczą kaczki krzyżówki, w mniejszym stopniu łyski, kokoszki wodnej i perkoza zauszniaka. Gatunki te występują na terenach rolniczych na małych zbiornikach wodnych w liczbie 1-2 par na zbiornik, a dotychczasowe obserwacje wskazują, że liczba par w większym stopniu uzależniona jest od rozwoju linii brzegowej niż od jego powierzchni. Spośród gatunków ptaków związanych z małymi ekosystemami wodnymi szczególnie plastycznym gatunkiem,

bardzo podatnym na procesy synantropizacji i urbanizacji, jest kaczka krzyżówka. Zagęszczenie populacji tego gatunku w krajobrazie rolniczym jest dość ustabilizowane, a jego poziom zależy od liczby naturalnych środowisk wodnych. Wykorzystanie zbiorników wodnych przez kaczkę krzyżówkę jest równomierne i nie zależy od ich liczby na terenach rolniczych (Beszterda 1979, Pielowski - in. ustna). Z danych Dobrowolskiego (1961) wynika, że istnieje wyraźna zależność występowania ptaków od wielkości jeziora i jego głębokości bez względu na inne jego cechy. Jeziora małe (poniżej 50 ha) są na ogół bardzo słabo obsadzone przez ptaki, których pełne zespoły gatunkowe występują na jeziorach o powierzchni nie mniejszej niż 50 ha, jednak zależności te kształtują się na ogół rozmaicie w przypadku różnych gatunków. Małe zbiorniki płytkie są na ogół intensywniej zasiedlone przez ptaki, niż zbiorniki głębokie. Szczególnie licznie, zwłaszcza jesienią, penetrowane są przez ptaki małe zbiorniki przyjeziorne o charakterze stawowym. Ze względu na swoją atrakcyjność jako miejsce żerowania są one ostojami wielu gatunków ptaków wodnych (Dobrowolski 1961).

4. Podsumowanie

Zwracając uwagę na rolę małych zbiorników wodnych i cieków na terenach rolniczych o intensywnym typie gospodarki podkreśla się wyraźnie (Kasprzak 1985c), że struktura krajobrazu rolniczego - określona przez proporcje i usytuowanie względem siebie pól uprawnych, zadrzewień, łąk i zabudowań - ma istotne znaczenie dla jego sprawności funkcjonalnej i stabilności. Odpowiednie rozmieszczenie wód powierzchniowych może znacznie podnieść m.in. efektywność procesów wewnętrznej regulacji systemu w stosunku do oddziaływań niekorzystnych efektów intensyfikacji rolnictwa. Dotyczy to także związanej z tego typu wodami fauny bezkręgowców i kręgowców. Dotychczasowe badania wskazują, że małe zbiorniki wodne i drobne cieki należą na ogół do środowisk najbardziej zasobnych pod względem liczby występujących taksonów oraz zagęszczenia i biomasy żyjących w nich zwierząt. W środowiskach tych nie prowadzono jednak dotychczas, poza nielicznymi wyjątkami, żadnych kompleksowych badań hydrobiologicznych, co niezwykle utrudnia przeprowadzenie wiarygodnych ocen i porównań. Z tego właśnie względu nie tylko znajomość wielkości zasobów, ale także stan

poznania roli zwierząt w małych zbiornikach wodnych i drobnych ciekach są bardzo niedokładne i fragmentaryczne (Kasprzak 1985d).

Szczególnie zasobne w faunę bezkręgowców są małe zbiorniki okresowe, gdzie występują bardzo wysokie liczebności i biomasy różnych gatunków wielu grup taksonomicznych. Ze względu na dużą zmienność warunków układy faunistyczne w tym środowisku są jednak bardzo mało stabilne, co jest przyczyną występowania bardzo dużej zmienności rozmieszczenia i zagęszczenia zwierząt. Skład gatunkowy i struktura populacji zwierząt (wielkość osobników) są w okresowych małych zbiornikach wodnych charakterystyczne dla ekosystemów o zwiększonej akumulacji materii organicznej. Bardzo dużym zróżnicowaniem gatunkowym fauny odznaczają się także małe (do kilkunastu ha) i płytkie (do 4 m) jeziora charakteryzujące się m.in. występowaniem licznych gatunków fitofilnych w faunie dennej, brakiem pelofilnej fauny profundalowej, brakiem charakterystycznych dla jezior o rozwiniętym profundalu wyraźnej dominacji poszczególnych gatunków *Oligochaeta* i *Chironomidae*, stosunkowo niewielkimi zagęszczeniami i biomasą *Oligochaeta* oraz bardzo dużymi zagęszczeniami drobnych gatunków *Chironomidae* (V.Ja. Timm i T.E. Timm 1984, Kasprzak - dane niepubl.). Znaczne zagęszczenie fauny fitofilnej związane jest z bujnym rozwojem, w małych jeziorach roślinności wodnej, która w jeziorach o powierzchni od 2 do 20 ha zajmuje 50-80 % powierzchni lustra wody (Bernatowicz 1960). W małych zbiornikach wodnych sąsiadujących z dużymi występują na ogół inne grupy ekologiczne tych samych zwierząt, co stwierdzono np. w przypadku drobnozbiornikowych i jeziornych larw *Chaoboridae*. Wykazały to m.in. badania Gizińskiego i Paliwody (1972) nad fauną małych zbiorników wodnych położonych w pobliżu Koronowskiego Zbiornika Zaporowego, które zasiedlone były wyłącznie przez charakterystyczne dla drobnych zbiorników larwy *Chaoboridae*.

Na terenach rolniczych wiele małych ekosystemów wodnych - jak np. zbiorniki magazynujące wodę dla celów rolniczych, stawy, kanały melioracyjne, rowy - obok swych funkcji zasadniczych mają istotne znaczenie nie tylko dla warunków przyrodniczych najbliższego otoczenia, ale także dla stanu fauny. W warunkach znacznego przesuszenia wielu obszarów rolniczych często są to już jedyne miejsca występowania licznych gatunków zwierząt wodnych.

LITERATURA

- Alimov A.F., Boullion V.V., Finogenova N.P., Ivanowa M.B., Kuzmitskaya N.K., Nikulina V.N., Ozeretskoykaya N.G., Zmarova T.V. 1972: Biological productivity of Lakes Krovoe and Krugloe. W: Z. Kajak and A. Hillbricht-Ilkowska (Eds), Productivity Problems of Freshwater. PWN Warszawa-Kraków ss. 39-56
- Banaszak J. 1979: *Chironomidae (Diptera)* from bottom sediments in various types of water bodies in agricultural areas. Acta Hydrobiol., 21,2: 167-176
- Banaszak J. 1984: Density and biomass of benthic *Chironomidae (Diptera)* in a lake and melioration channel, situated in agricultural landscape. Pol. Arch. Hydrobiol., 31,4: 353-363
- Banaszak J. 1989: Macrobenthos of small channels and ponds in an agricultural landscape. Ecol. Int. Bull., 17: 53-64
- Banaszak J., Kasprzak K. 1980: Evaluation of occurrence and density of *Oligochaeta*, *Mollusca* and *Chironomidae* in bottom deposits of Lake Zbęchy and in melioration channel within agricultural landscape. Pol. Ecol. Stud., 6: 221-245
- Benson D.J., Fitzpatrick L.C., Pearson W.D. 1980: Production and energy flow in the benthic community of a Texas pond. Hydrobiologia, 74: 81-93
- Bernatowicz S. 1960: Charakterystyka jezior na podstawie roślin naczyniowych. Roczniki Nauk Rolniczych, seria B-1, 77: 157-188
- Beszterda P. 1979: Próba określenia znaczenia śródpolnych zbiorników wodnych w okresie migracji dzikich kaczek. Akademia Rolnicza w Poznaniu, praca magisterska (maszynopis).
- Bocheński Z. 1960: Próba analizy populacji ptaków stawów rybnych w Gołyszu. Ekol. Pol. B., 6: 269-280
- Borowiec M. 1981: Próba ornitologicznej klasyfikacji zbiorników wodnych Polski. Przegląd. zool., 25: 543-558
- Childress W.M., Fitzpatrick L.C., Pearson W.D. 1980: Trophic structure and energy flow in a Texas pond (typescript).

- Chodorowski A. 1958a: Badania nad zmiennością układów biocenotycznych w okresowych zbiornikach wodnych Puszczy Kampinoskiej. *Ekol. Pol. B*, 4: 237-241
- Chodorowski A. 1958b: Wpływ wysychania zbiorników okresowych na tempo rozwoju larw komarów z rodzaju *Aedes*. *Ekol. Pol. B*, 4: 35-39
- Chodorowska W., Chodorowski A. 1958: Drobne zbiorniki Puszczy Kampinoskiej. *Ekol. Pol. B*, 4: 203-323
- Cover E.C. Harrel R.C. 1978: Sequences of colonization, diversity, biomass, and productivity of macroinvertebrates on artificial substrat in a freshwater canal. *Hydrobiologia*, 59: 81-95
- Dąbrowska-Prot E. 1971: Problemy walki biologicznej z komarami. I. Formy wodne komarów. *Wiad. Ekol.*, 17: 248-261
- Dąbrowska-Prot E. 1979: Mosquitoes - the components of aquatic and terrestrial ecosystems. *Pol. Ecol. Stud.*, 5: 5-88
- Dąbrowska-Prot E., 1983: Wpływ zmian reżimu wodnego terenów przywiślańskich na skład i liczebność fauny komarów. W: Z. Kajak (Red.), *Ekologiczne podstawy zagospodarowania Wisły i jej dorzecza*. PWN Warszawa-Łódź, ss. 249-274
- Dobrowolski K. 1961: Współzależność między typami jezior Mazurskich a ich awifauną. *Ekol. Pol. A*, 9: 99-112
- Drabkova V.G., Lokk S.I., Ostrovskaja T.A. 1980: Rozličnyje projavlenija antropogennyh izmenenij malych ozer. Izmenenija mikrobiologičeskich pokazatelej ozer po mere ich evtrofirovanija. W: I.S. Koplán-Diks i E.A. Stravinskaja (Red.), *Antropogennoe vozdejstvie na malye ozera*. Nauka, Leningrad, ss. 69-77
- Dubickij A.M. 1970: Krovososuščie komary (*Diptera. Culicidae*) Kazachstana. Nauka, Alma-Ata, 220 ss.
- Dvorak J. 1978: Macrofauna of invertebrates in helophyte communities. W: D. Dykyjova and J. Kvet (Eds), *Pond littoral ecosystems structure and functioning. Methods and resulting of quatitative ecosystems research in the Chechoslovakian IBP Wetland Project*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, *Ecological Studies*, 28, ss. 389-392
- Frömming E. 1956: *Biologie der mitteleuropaischen Susswasserschnecken*. Duncker und Humblot Verlag, Berlin, 313 ss

- Gerain V.I. 1961: K ekologii ostromordoj l'jaguški. Izv. Kazan. Fil. Akad. Nauk SSSR, ser. obsc., 1: 196-199
- Giziński A. 1961: Fauna denna potoku Trzebiocha. Rocz. Nauk. Rol. 93D: 339-363
- Giziński A. 1974: Typologia faunistyczna eutroficznych jezior północnej Polski. Prace habilitacyjne Uniw. M. Kopernika, Toruń, 75 ss
- Giziński A., Mikulski J. 1965: Studia nad zróżnicowaniem fauny dennej niektórych jezior Pojezierza Pomorskiego i Pojezierza Brodnickiego. Acta Hydrobiol., 7: 141-154
- Giziński A., Paliwoda A. 1972: The bottom fauna of the water reservoirs which newly came into being in the neighbourhood of the Koronowo Dam Reservoir. Limnological Papers, 7: 95-108
- Głowaciński Z., Bieniek M., Dyduch A., Gertychowa R., Jakubiec Z., Kosior A., Zemenak M. 1980: Stan fauny kręgowców i wybranych bezkręgowców Polski - wykaz gatunków, ich występowanie, zagrożenie i status ochronny. Studia Naturae A, 21; 163 ss.
- Głowacka I., Soszka G.J., Soszka H. 1976: Invertebrates associated with macrophytes. W: E. Pieczyńska (Ed.), Selected problems of lake littoral ecology. Wyd. Uniw. Warsz., Warszawa, ss. 97-122
- Griffiths D. 1973: The structure of an acid moorland pond community. J. Anim. Ecol., 42: 263-283
- Grodhaus G. 1980: Aestivating chironomid larvae associated with vernal pools. W: D.A. Murray (Ed.), *Chironomidae*. Ecology, systematics, cytology and physiology. Pergamon Press, Oxford, New York, ss. 315-322
- Gurzęda A. 1959: Stosunki ekologiczne między fauną bezkręgową a roślinnością zanurzoną. Ekol. Pol. B. :139:145
- Harlant-Rowe R. 1966: The fauna and ecology of temporary pools in Western Canada. Verh. Internat. Verein. Limnol., 16: 577-584
- Honjakina Z.P. 1953: Materiały po biologii seroj żaby (*Bufo bufo* L.) Kawkazskiego zapovednika. Zool. Ž., 32: 1193-1197
- Iwaskiewicz M. 1964: Przebieg naturalnej regeneracji ichtiofauny w odcinku strumienia wrybionego eksperymentalnie prądem elektrycznym. Pr. Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś. PTPN, 18: 3-41

- Iwazskiewicz M. 1965: Biogeniczność potoków niżowych jako podstawa ich zagospodarowania. Roczn. Wyż. Szkoły Rol. Poznań 24: 73-107
- Jones F.V., Pearson W.D., Fitzpatrick L.C. 1977a: Production of a fish taxocene in a Texas pond. *Env. Biol. Fish.*, 2 (3): 241-159
- Jones F.V., Pearson W.D., Fitzpatrick L.C. 1977b: Field estimates derived from active and pasive creel surveys of a small pond fishery. *Tex. J. Sci.*, 29: 41-48
- Kaftannikova O.C. 1975: *Bezpozvonočnye kanalov SSSR*. Naukova Dumka Kiev, 163 ss.
- Kajak Z. 1958: Próba interpretacji dynamiki liczebności fauny bentonicznej w wybranym środowisku łachy wiślanej "Konfederatka". *Ekol. Pol. A.* 6: 205-291
- Kajak Z. 1960: Dynamika liczebności *Tendipedidae* bentosowych na terenie mulistych odcinków Łachy "Konfederatka". *Ekol. Pol. A.* 8: 229-260
- Kajak Z. 1962: Przegląd piśmiennictwa dotyczącego bentosu zbiorników zaporowych w związku z budową zbiornika Dąbe na Bugu i Narwi. *Ekol. Pol. B.* 8: 3-27
- Kajak Z. 1968: Analiza eksperymentalna czynników decydujących o obfitości bentosu (ze szczególnym uwzględnieniem *Chironomidae*). *Zesz. nauk. Inst. Ekol. Pan.* 1, 94 ss.
- Kajak Z., Dusoge K. 1973: Experimentally increased fish stock in the pond type Lake Warniak. IX. Numbers and biomass of bottom fauna. *Ekol. Pol.*, 21: 563-573
- Kangur K. (red.) 1984: *Biologičeskie osobennosti malych ozer Estonii*. Akad. Nauk Eston. SSR, Tallin, 150 ss.
- Karassowska K., Mikulski J.S. 1960: Studia nad zbiorowiskami zwierzęcymi roślinności zanurzonej i pływającej jeziora Družno. *Ekol. Pol. A.* 8: 135-153
- Karg J., Mazur T. 1969: Participation of amphibians in the natural reduction of the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). *Ekol. Pol. A.* 17: 515-532
- Kasprzak K. 1977: Ocena metodyki stosowanej do badań jakościowych i ilościowych skąposzczetów (*Oligochaeta*) w glebach bagiennych zbioro-

- wisk olszy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Pr. Kom. Nauk PTGleb., Kom. Biol. Gleby, 20 (3): 9-26
- Kasprzak K. 1979: Notatki o faunie skąposzczetów (*Oligochaeta*) Polski, V. Materiały do znajomości skąposzczetów Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej. Bad. Fizjogr. Pol. Zach., 32C: 115-122
- Kasprzak K. 1980: *Oligochaeta* Community Structure and Function in Agricultural Landscapes. W: R.O. Brinkhurst and D.G. Cook (Eds), Aquatic Oligochaete Biology. Plenum Press, New-York, London, ss. 411-431
- Kasprzak K. 1983: Wpływ małych zbiorników wodnych i drobnych cieków na faunę otaczających ekosystemów lądowych. W: Z. Kajak (red.), Ekologiczne podstawy zagospodarowania Wisły i jej dorzecza. PWN Warszawa-Łódź, ss. 223-247
- Kasprzak K. 1984: The oligochaetes (*Annelida. Oligochaeta*) in a lake and a canal in the agricultural landscape of Poland. W: G. Bonomi and C. Erséus (Eds), Aquatic Oligochaeta. Hydrobiologia, 115: 171-174
- Kasprzak K. 1985a: Notatki o faunie skąposzczetów (*Oligochaeta*) Polski, VI. Skąposzczety pobraża jezior i wód bieżących Wielkopolski. Bad. Fizjogr. Pol. Zach. 1987, Seria C - zoologia, 35: 73-79
- Kasprzak K. 1985b: Density, biomass, and respiration of phytophilous macrofauna of associations of *Potamogeton perfoliatus* L. of a polymictic, eutrophic lake. Acta Hydrobiol., 27: 353-362
- Kasprzak K. 1985c: Ekologiczne znaczenie małych wód powierzchniowych dla otaczających ekosystemów lądowych. Gospodarka wodna, 4: 84:85
- Kasprzak K. 1985d: Wpływ fauny związanej a małymi ekosystemami wodnymi na otaczające ekosystemy lądowe. Przegl. Zool., 19: 453-472
- Kasprzak K., Banaszak J. 1982: The evaluation of numbers, biomass and respiration of phytophilous macrofauna in a field drain canal. Acta Hydrobiol., 24: 167-173
- Koplan-Diks I.S., Stravinskaja E.A. (Red.) 1980: Antropogennoe vozdejstvie na malye ozera. Nauka, Leningrad, 174 ss.
- Korinkova J. 1971: Sampling and distribution of animals in submerged vegetation. Vest. Českoslov. Společ. Zool., 35: 209-221
- Kozlovskaja L.S. 1976. Rol' bespozvonočnych v transformacii organičeskogo večestva bolotnych počv. Nauka, Leningrad, 210 ss.

- Laurie E.M.O. 1942: The fauna of an upland pond and its inflowing stream at Ystumtner, North Cardiganshire, Wales. *J. Anim. Ecol.* 11: 165-181
- Mjaemets A.Ch. 1980: Različnye projavlenija antropogennyh izmenenij malych ozer. Izmenenija zooplanktona. W: I.S. Koplan-Diks i E.A. Stavinskaja (Red.), Antropogennoe vozdejstvie na malye ozera. Nauka, Leningrad, ss. 54-64
- Ovčinnikov K.M. 1957: K voprosu o protivomaljarijnom značenii lasnych polos vokrug prudov. *Medskaja Parazit.*, 26: 25
- Pieczyńska E. 1971: Ekologia pobrzeża jeziornego. Wyd. Uniw. Warszawskiego, Warszawa, 161 ss.
- Pieczyńska E. 1972: Ecology of the eulittoral zone of lakes. *Ekol. Pol.*, 20: 637-732
- Pieczyńska E., Pieczyński E., Prus T., Tarwid K. 1963: The biomass of the bottom fauna of 42 lakes in the Węgorzewo district. *Ekol. Pol. A*, 11: 495:502
- Ryszkowski L., Truszkowski J. 1975: Estimation of the abundance and biomass of transformed Amphibians in a field pond. *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II*, 23: 109-113
- Smirnova N.F., Timm V. Ja., Timm T.E. 1980: Različnye projavlenija antropogennyh izmenenij malych ozer. Izmenenija zoobentosa. W: I.S. Koplan-Diks i E.A. Stravinskaja (Red.), Antropogennoe vozdejstvie na malye ozera. Nauka, Leningrad, ss. 86-96
- Smith G.A. Fitzpatrick L.C., Pearson W.D.: 1977. Metabolic relations to temperatures in the Copepods *Diatomus dorsalis* and *Mesocyclops adex* from North-Central Texas. *Comp. Biochem. Physiol.*, 59A: 325-326
- Smith G.A., Fitzpatrick L.C., Pearson W.D. 1979: Structure and dynamics of z zooplankton community in a small North Central Texas pond ecosystem. *Southwest. Nat.*, 24 (1): 1-16
- Stańczykowska A. 1959: Rozmnażanie i dynamika liczebności żyworodki paskowanej *Viviparus fasciatus* Müll. na terenie łąchy Konfederatka. *Ekol. Pol. B*, 5: 55-60

- Stańczykowska A. 1960a: Rozmażanie i dynamika liczebności mięczaków dennych na łasze wiślanej Konfederatka pod Wyszogrodem. Ekol. Pol. A, 8: 155-168
- Stańczykowska A. 1960b: Obserwacje nad skupieniami *Viviparus fasciatus* Müll. na terenie łachy wiślanej Konfederatka. Ekol. Pol. A, 8: 21-48
- Starmach K. 1954: Metody badań środowiska stawowego. Schemat ogólnego opisu rybackiego i hydrologicznego stawów rybnych. Biul. Zakł. Biol. Stawów PAN, 2, ss. 10-21
- Ševcova L.V. 1976: Rol' bespozvonočnych v nakoplenii organičeskogo veščestva v oblicovannyh kanalach Ukrainy. W: A.V. Topačevskij et. al. (Red.), Gibrobiologija kanalov SSR i biologičeskie pomechi v ich eksploatacii. Nauka, Kiev, ss. 171-183
- Ševcova L.C., Jurčenko V.V., Lavac W. 1978: Vertikalnoe raspredelenie obrastanij v uslovijach lotičeskoj i lentičeskoj sred. Gibrobiol. Ž., 14: 9-14
- Terentiev P.V. 1950: Ljaguška. Sov. Nauka, Moskva, 345 ss.
- Timm V.Ja., Timm T.E. 1984. Sostojanie zoobentosa v nekotorych silno zailennyh ozerach Estonii. W: Kangur K. (Red.), Biologičeskie osobenosti malych ozer Estonii. Akad. Nauk Eston. SSR, Tallin, ss. 61-79
- Winberg G.G. 1972: Some interim results of Soviet IBP investigations on lakes. W: Z. Kajak and A. Hillbricht-Ilkowska (Eds), Productivity problems of freshwater. PWN Warszawa-Kraków, ss. 363-381
- Wojnarowicz J. 1960: Culicidae larvae of small ponds. Pol. Arch. Hydrobiol., 8: 183-221
- Žadin V.I. 1928: Issledovanija po ekologii i izmenčivosti *Vivipara fasciata* Müll. Monogr. Volž. biol. St. 3: 1-094

Tabela 1.

Porównanie procentowego udziału ślimaków (*Gastropoda*) w wielkości zagęszczenia i biomasy w różnych środowiskach małych ekosystemów wodnych

Ekosystem lub środowisko	Udział w:		Autor
	liczebności	biomasie	
Eutroficzne jezioro śródpolne, pobraże	do 100	do 100	Kasprzak, dane nie publ.
Staw śródpolny, pobraże	10-70	do 80	
Rów melioracyjny	40-50	60-80	
Kanał odwadniający, dno	30-40	2-3	
Kanał odwadniający, makrofity	do 1	3,5	Kasprzak, Banaszak, 1982
Kałuże przyrzeczne	do 100	do 100	
Kanał odwadniający, makrofity	0,7	3	Dvořák, 1978
Staw rybny, makrofity wynurzone	17-52	9-29	Pleczyńska, 1971
Jeziora eutroficzne, pobraża	3	-	

Tabela 2.

Porównanie procentowego udziału skąposzczetów (*Oligochaeta*) w wielkości zagęszczenia i biomasy w różnych środowiskach małych ekosystemów wodnych

Ekosystem lub środowisko	Udział w:		Autor
	liczebności	biomasie	
Eutroficzne jezioro śródpolne, pobraże	80	45	Kasprzak, dane niepublikowane
Eutroficzne jezioro śródpolne, dno w śródziezlerzu	60	4	
Staw śródpolny, dno	75	60	
Glinianka, dno	80-100	70-100	
Kanal odwadniającaj, dno	45	15	
Rów melioracyjny, makrofity	10	8	
Kaluże na terenie źródłiskowym	100	100	
Jeziora eutroficzne, pobraże	69		Pieczynska, 1971
Małe jeziora rynnowe o różnej trofii	0,1-60		Giziński, 1974
Jeziora stawowe, dno w śródziezlerzu	1-100		Pieczynska i in. 1963
Jeziora eutroficzne, dno w śródziezlerzu	2-90		
Jeziora dystroficzne, dno w śródziezlerzu	2-82		

Tabela 3.

Wielkość biomasy osobniczej gatunków skąposzczetów (*Oligochaeta*) i mięczaków (*Mollusca*) pospolitych w różnego typu małych ekosystemów wodnych (Kasprzak, dane nie publikowane)

Pochodzenie materiału	Gatunek	Biomasa (mg mokrej masy) jednego osobnika		Liczba pomiarów
		min.-max.	średnio	
Jezioro śródpolne i kanał odwadniający	Oligochaeta			
	<i>Nais paradalis</i> Ptg.	0,002-0,095	0,018	30
	<i>Nais christinae</i> Kasp.	0,002-0,100	0,012	24
	<i>Nais barbata</i> Müll.	0,001-0,083	0,020	21
	<i>Nais bretscheri</i> Mich.	0,003-0,089	0,021	8
	<i>Stylaria lacustris</i> (L.)	0,052-1,561	1,015	151
	<i>Uncinaiis uncinata</i> (Oersted)	0,023-0,915	0,799	8
	<i>Chaetogaster diaphanus</i> (Grulth.)	0,003-0,053	0,033	19
	<i>Potamothrrix hammoniensis</i> (Mich.)	0,851-3,843	3,580	156
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Clap.	0,740-3,949	3,779	72
	<i>Limnodrilus udekamianus</i> Clap.	0,658-3,845	3,651	11
	<i>Tubifex tubifex</i> (Müll.)	0,524-2,561	2,034	31
	<i>Psammoryctides barbatus</i> (Grube)	1,213-4,215	3,998	30
	<i>Psammoryctides albicola</i> (Mich.)	1,256-4,315	4,012	25
	<i>Henlea ventriculosa</i> (d'Udek.)	0,751-4,342	3,813	34
	<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müll.)	1,451-18,951	13,683	98
	Unionidae			
	<i>Anodonta anatina</i> L.	1250-65000	28570	145
	<i>Unio tumidus</i> Retz.	800-32720	15404	158
	<i>Unio pictorum</i> L.	845-31840	19001	95
	Sphaeriidae			
	<i>Sphaerium corneum</i> (L.)	15,240-98,530	69,70	35

Pochodzenie materiału	Gatunek	Biomasa (mg mokrej masy) jednego osobnika		Liczba pomiarów	
		min.-max.	średnio		
Jezioro śródpolne i kanał odwadniający	<i>Pisidium henslowianum</i> (Shepp.)	1,195-3,204	2,290	70	
	<i>Pisidium casertanum</i> Stelf.	1,195-3,204	2,289	56	
	<i>Pisidium nitidum</i> Jen.	0,856-2,013	1,853	8	
	<i>Pisidium ponderosum</i> Stelf.	1,234-3,568	2,568	18	
	<i>Pisidium crassum</i> Stelf.	0,951-2,783	1,743	11	
	Gastropoda				
	<i>Bithynia tentaculata</i> L.	1,3-12,3	8,2	35	
	<i>Physa fontinalis</i> L.	1,5-11,3	7,3	15	
	<i>Radix ovata</i> Drap.	15,1-350,0	173,2	40	
	<i>Potamopyrgus jenkinsi</i> Smith	0,8-350,0	4,6	158	
	<i>Valvata piscinalis</i> Müll.	0,9-12,6	9,9	93	
	<i>Galba</i> sp.	10-700	400,5	110	
	<i>Segmentina nitida</i> Müll.	2,3-6,0	5,3	5	
<i>Gyraulus albus</i> Müll.	-	1,3	2		
Staw śródpolny	Gastropoda				
	<i>Planorbis corneus</i> L.	25-2568	551	83	
	<i>Galba</i> sp.	15-655	350	92	
	<i>Radix ovata</i> Drap.	45-950	275	32	
	<i>Lymnaea stagnalis</i> L.	2-4800	566	73	
	<i>Planorbis planorbis</i> L.	30-550	260	52	

Tabela 4.

Udział fauny glebowej i wodnej w zalewiskach gleb torfowo-bagiennych (bagnach) o różnej trofii (według Kozłowskiej, 1976; zmienione)

	Zgrupowania fauny glebowej		Zgrupowania fauny wodnej
	eutroficzne	mezotroficzne	oligotroficzne
Typ bagna pod względem trofii:	eutroficzne	mezotroficzne	oligotroficzne
Liczba grup taksonomicznych:	duża	średnia	mała
Zagęszczenie i biomasa całości fauny:	duże	średnia	małe
Zagęszczenie i biomasa <i>Lumbricidae</i> :	bardzo duże	małe	brak
Dominanty fauny lądowej:	<i>Lumbricidae</i> larwy <i>Diptera</i>	małe <i>Arthropoda</i> larwy <i>Diptera</i> <i>Enchytraeidae</i>	małe <i>Arthropoda</i> <i>Enchytraeidae</i>
Dominanty fauny wodnej:	<i>Mollusca</i>	brak	<i>Rotatoria</i> <i>Cladocera</i> <i>Copepoda</i>

Tabela 5.

Porównanie zagęszczenia i biomasy bezkręgowców strumieni i kanałów (w nawiasach podano wartości średnie)

Ekosystem	Zgrupowanie	Liczebność osobniki $\cdot m^{-2}$	Biomasa g mokrej masy $\cdot m^{-2}$	Autor
Strumień nizinny	Makrofauna denna ¹⁾	2011 ²⁾	-	Giziński, 1961
Strumień nizinny	Makrofauna ³⁾	223-2154 (586)	0,2-4,2 (1,8)	Iwazskiewicz, 1964
Strumień nizinny	Makrofauna ³⁾	1340-5677 (2357)	1,9-42,1 (6,1)	Iwazskiewicz, 1964
Strumień nizinny	Makrofauna dnna ⁴⁾	-	78,2-183,6 (138,9)	Iwazskiewicz, 1965
Strumień nizinny	Makrofauna denna ⁵⁾	-	72,0-204,5 (119,5)	Iwazskiewicz, 1965

Ekosystem	Zgrupowanie	Liczebność osobniki $\cdot m^{-2}$	Biomasa g mokrej masy $\cdot m^{-2}$	Autor
Duże kanały żeglowne i przerzutowe wody	Bentos ⁶⁾	$2,3 \cdot 10^3$ ⁷⁾	36,5	Kaftannikowa, 1975
		$84,5 \cdot 10^3$ ⁸⁾	1,3	
		$38,2 \cdot 10^3$ ⁹⁾	236,3	
		$14,8 \cdot 10^3$ ¹⁰⁾	115,6	
		$13,0 \cdot 10^3$ ¹¹⁾	19,3	
		$6,1 \cdot 10^3$ ¹²⁾	23,1	
		$6,0 \cdot 10^3$ ¹³⁾	5,9	
Śródpolny kanał odwadniający	Całość fauny bezkręgowców ¹⁴⁾ : - bentos ⁶⁾	-	67,0	Kasprzak, dane niepubl.
		-	61,8 ¹⁵⁾	Kasprzak, dane niepubl.
	- makrofauna nardoślinna	-	4,7 ¹⁶⁾	Kasprzak, Banaszak, 1982, Kasprzak 1985 b
	- zooplankton	-	0,5 ¹⁷⁾	Kasprzak, dane niepubl.
Śródpolne kanały odwadniające	Oligochaeta	$1,7 \cdot 10^3$	1,54	Kasprzak, dane niepubl.
	Gastropoda	$0,3 \cdot 10^3$	86,2	
	Bivalvia	$2,5 \cdot 10^3$	13,6	

1) *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Diptera* (*Chironomidae*, *Simuliidae*), *Plecoptera*, *Coleoptera*, *Amphipoda*, *Isopoda*, *Mollusca*, *Odonata*, *Hirudinea* i *Oligochaeta*.

2) Średnie zagęszczenie roczne.

3) *Amphipoda* (*Gammaridae*), *Ephemeroptera*, *Diptera* (głównie *Simuliidae* i *Chironomidae*), *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Nematomorpha*, *Heteroptera* (*Nepidae*), *Hirudinea*, *Odonata* i *Mollusca*.

4) Udział poszczególnych grup w biomase: *Gammaridae* 62,5%, *Chironomidae* 11,6%, różne *Diptera* 6,5%, *Ephemeroptera* 6,3%, *Plecoptera* 6,0%, *Trichoptera* 3,6%, *Simuliidae* 2,1%, *Coleoptera* 1,4%.

5) Udział poszczególnych grup w biomase: *Gammaridae* 46,7%, *Simuliidae* 26,1%, *Trichoptera* 12,5%, *Ephemeroptera* 6,2%, *Chironomidae* 5,9%, różne *Diptera* 1,9%, *Coleoptera* 0,5%, *Plecoptera* 0,2%.

6) Makro- i mikrobentos (*Nematoda*, *Copepoda*, *Ostracoda*, młode stadia larwalne *Chironomidae*).

7) Średnie zagęszczenie i biomasa w sezonie wegetacyjnym.

- 8) Maksymalne zagęszczenie i biomasa w okresie letnim (lipiec). *Mollusca* brak.
- 9) Maksymalne zagęszczenie i biomasa w okresie letnim (lipiec). *Mollusca*, (głównie *Dreissena polymorpha* Pall.), występują.
- 10) Zagęszczenie i biomasa wiosenna (maj); razem z *Mollusca* (83% biomasy).
- 11) Zagęszczenie i biomasa wiosenna (maj); *Mollusca* brak.
- 12) Zagęszczenie i biomasa jesienna (październik); razem z *Mollusca* (74% biomasy).
- 13) Zagęszczenie i biomasa jesienna (październik); *Mollusca* brak.
- 14) Bez *Protozoa*.
- 15) Udział grup dominujących *Amphipoda* (*Gammaridae*) 26,9% *Bivalvia* (*Sphaeriidae*) 35,1%, *Oligochaeta* (*Tubificidae*) 14,7%, *Diptera* (*Chironomidae*, pozostałe (18 rzędów) 9,3%. Udział grup funkcjonalnych: saprofagi 73,4% , roślinnożerne 23,8%, drapieżniki 2,8%. Oceny biomasy wykonano przy zastosowaniu metodyki pobierania prób i ekstrakcji z nich zwierząt opisanej w pracy Banaszaka i Kasprzaka (1980).
- 16) Udział grup dominujących: *Amphipoda* (*Gammaridae*) 51,3%, *Trichoptera* 28,4%, *Diptera* (*Simuliidae*) 7,8%, *Ephemeroptera* 4,6%, *Gastropoda* 2,0%, *Hirudinea* 2,1%, pozostałe (różne larwy *Diptera* w tym *Chironomidae*, *Oligochaeta*, *Coleoptera*, *Neuroptera*, *Isopoda*, *Heteroptera*, *Odonata*, *Hymenoptera*) 2,8%. Udział grup funkcjonalnych: roślinożerne 59,7%, drapieżniki 32,6% filtratory 7,7%.
- 17) *Rotatoria*, *Copepoda* (*Cyclopidae*, *Calanoidae*) i *Cladocera*.

Tabela 6.

Charakterystyka potencjału biogenicznego potoków opracowana dla celów rybackich na podstawie wielkości biomasy makrofauny dennej (według danych różnych autorów zebranych przez Iwaszkiewicza, 1965; zmienione)

Biomasa makrofauny dennej (g mokrej masy • m ⁻²) w potokach:		
ubogich	średnio zasobnych	bogatych
<11	11-22	>22
<6	6-30	31-70 (i więcej)
0-3	11-20	41-50
4-6	21-30	51-60
7-10	31-40	61-70
		70
<25	26-50	>100
	51-100	

Tabela 7.

Porównanie średniego zagęszczenia i biomasy w sezonie wegetacyjnym skąposzczetów (*Oligochaeta*) i mięczaków (*Mollusca: Gastropoda, Sphaeriidae*) w różnego typu małych ekosystemach wodnych (Kasprzak, dane nieopubl.)
N - liczebność (osobniki • m⁻²), B - biomasa (g mokrej masy • m⁻²)

Ekosystem (środowisko)	<i>Oligochaeta</i>		<i>Gastropoda</i>		<i>Sphaeriidae</i>	
	N	B	N	B	N	B
Staw śródpolny	2504,5	2,05	658,3	386,4	1895,4	13,3
Pobrzeże stawu	984,5	0,84	458,6	295,3	1432,6	9,03
Pobrzeże śródpolnego jeziora eutroficznego	1758,3	1,98	589,6	185,1	568,3	3,6
Rowy melioracyjne	150,1	0,15	325,7	249,5	56,0	1,2

Oceny zagęszczenia i biomasy wykonano przy zastosowaniu metodyki pobierania prób i ekstrakcji z nich zwierząt opisanej w pracy Banaszaka i Kasprzaka (1980).

Tabela 8.

Zakres wahań wielkości biomasy¹⁾ i procentowy udział dominujących grup bentosu małych jezior o różnej trofii okolic Węgorzewa na Pojezierzu Mazurskim (według Pieczyńskiej i in. 1963; zmienione)

Typ jeziora	Powierzchnia	Głębokość m	Biomasa (min. - max.) g mokrej masy • m ⁻²	Udział w biomacie (%):		
				<i>Oligochaeta</i>	<i>Chironomidae</i>	Inne ²⁾
Stawowe	1,4- 77,8	0,9-2,2	0,1-37,0	1-100	7-100	2-82
Eutroficzne	6,6- 94,4	1,7- 10,6	0,1-16,2	2-90	1-80	1-93
Dystroficzne	2,0- 23,3	0,3-3,4	0,2-27,5	2-80	17-18	0-84

¹⁾ Bez *Mollusca* i larw *Chaoborus* sp. (*Diptera*).

²⁾ *Heleidae* (*Diptera*), *Ephemeroptera*, *Isopoda* (*Asellus aquaticus* L.), *Hirudinea*, *Trichoptera*, *Megaloptera* (*Sialis* sp.), *Coleptera* i *Odonata*.

Tabela 9.

Porównanie zagęszczenia i biomasy całości bentosu profundalu (śródojezierza) i sublitoralu oraz procentowy udział w wielkości zagęszczenia i biomasy grup dominujących w różnych typach małych jezior będących pod wpływem zróżnicowanych czynników antropogennych w okresie letnim (lipiec-sierpień) [opracowano na podstawie danych Smirnovej, V. Ja. Timm i T. É. Timma (1980)]

Chi - *Chironomidae* (Diptera), Ol - *Oligochaeta*, Mol - *Mollusca*, Cha - *Chaoborus* (Diptera: *Chaoboridae*)

Nr	Troficzny typ jeziora	Rodzaj wpływów antropogenicznych	Liczba gatunków	Liczebność osobników $10^3 \cdot m^{-2}$	Udział w liczebności:				Biomasa g mokrej masy m^{-2}	Udział w biomasi:			
					Chi	Ol	Mol	Cha		Chi	Ol	Mol	Cha
1	oligotroficzne	brak (zbiornik śródoleśny)	8	1,6	8	1	-	90	6,4	2	1	-	97
2	eutroficzne	ścieki z mleczarni i spływy ze wsi	16	5,9	39	41	2	15	29,0	64	17	1	17
3	hypertroficzne	ścieki z mleczarni	21	4,9	74	11	1	9	13,4	65	8	7	18
4	mezotroficzne	rolnictwo, wpływ słaby	42	0,5	96	4	-	-	1,1	96	4	-	-
5	hypertroficzne	rolnictwo, wpływ silny	37	0,7	28	53	-	14	2,5	61	23	-	13
6	eutroficzne	rolnictwo, wpływ słaby	7	0,4	22	2	-	74	1,7	9	2	-	86
7	eutroficzne	rolnictwo, wpływ umiarkowany	17	0,6	24	12	2	52	2,0	12	3	2	80
8	eutroficzne	rolnictwo, wpływ silny	20	1,6	13	53	2	25	6,1	35	32	3	24

Ogólna charakterystyka jezior [poszczególne parametry podano w następującej kolejności: powierzchnia (ha), średnia głębokość (m), maksymalna głębokość (m), objętość (mln m^3), udział terenów uprawnych w zlewni (%), udział terenów leśnych w zlewni (%), ładunek dopływającego fosforu ($g \text{ Pog.} \cdot m^{-2}$), ilość azotu w powierzchniowej (0,5 m) i przydennej warstwie wody ($mg \text{ Nog.} \cdot dm^{-3}$), ilość fosforu w powierzchniowej (m) i przydennej warstwie wody ($mg \text{ Pog.} \cdot dm^{-3}$)];

Nr 1; 6,3; 6; 12,5; 0,39; 0; 100; -; 1,07; 0,34; 0,012; 0,020; nr 2: 12,1; 4; 12,5; 0,44; -; -; -; 1,82; 2,01; 0,050; -; nr 3: 4,0; 3; 4,5; 0,12; -; -; -; 1,95; 2,66; 0,070; 0,112; nr 4: 6,2; 10; 30,2; 0,62; 16,8; 48,9; 0,04; 0,01; 0,96; 0,024; 0,042; nr 5: 3,6; 10; 25,0; 0,36; 32,6; 29,3; 0,45; 2,83; 2,95; 0,098; 0,271; nr 6: 7,7; 5; 6,2; 0,38; 10,2; 71,7; 0,04; 1,06; 1,66; 0,036; 0,140; nr 7: 8,1; 4; 6,3; 0,51; 45,8; 17,8; 0,55; 1,61; 1,67; 0,059; 0,130; nr 8: 4,5; 3; 9,9; 0,13; 50,9; 5,2; 0,70; 1,75; 1,56; 0,058; 0,088

Tabela 10.

Porównanie zagęszczenia i biomasy* całości zooplanktonu oraz procentowy udział w wielkości zagęszczenia i biomasy poszczególnych grup w różnych typach małych jezior będących pod wpływem zróżnicowanych czynników antropogenicznych w okresie letnim (lipiec) [opracowano na podstawie danych Mjaemets'a (1980)]

Cl - Cladocera, Co - Copepoda, R - Rotatoria

Nr	Troficzny typ jeziora	Rodzaj wpływów antropogenicznych	Liczba gatunków		Liczebność osobniki $10^3 \cdot m^{-3}$	Udział w liczebności:			Biomasa $mg \cdot 10^3 \cdot m^{-3}$	Udział w biomasic:		
			Cl+Co	R		Cl	Co	R		Cl	Co	R
1	oligotroficzne	brak (zbiornik śródlęsny)	7	9	186,7	5	22	73	1,2	55	39	6
2	eutroficzne	ścieki z mleczarni i sploty ze wsi	7	7	181,3	66	10	24	6,1	98	1,5	0,5
3	hypertroficzne	ścieki z mleczarni	3	5	490,7	22	12	66	6,5	81	17	2
4	mezotroficzne	rolnictwo, wpływ słaby	12	9	51,4	9	62	29	0,4	25	73	2
5	hypertroficzne	rolnictwo, wpływ silny	3	15	44,8	1	11	88	0,04	3	17	80
6	eutroficzne	rolnictwo, wpływ słaby	11	12	518,6	33	29	38	3,8	72	26	2
7	eutroficzne	rolnictwo, wpływ umiarkowany	11	11	451,8	31	29	40	6,5	79	18	3
8	eutroficzne	rolnictwo, wpływ silny	7	19	7543,4	18	16	66	3,2	65	27	8

Dane dotyczące charakterystyki jezior przedstawia tabela 9.

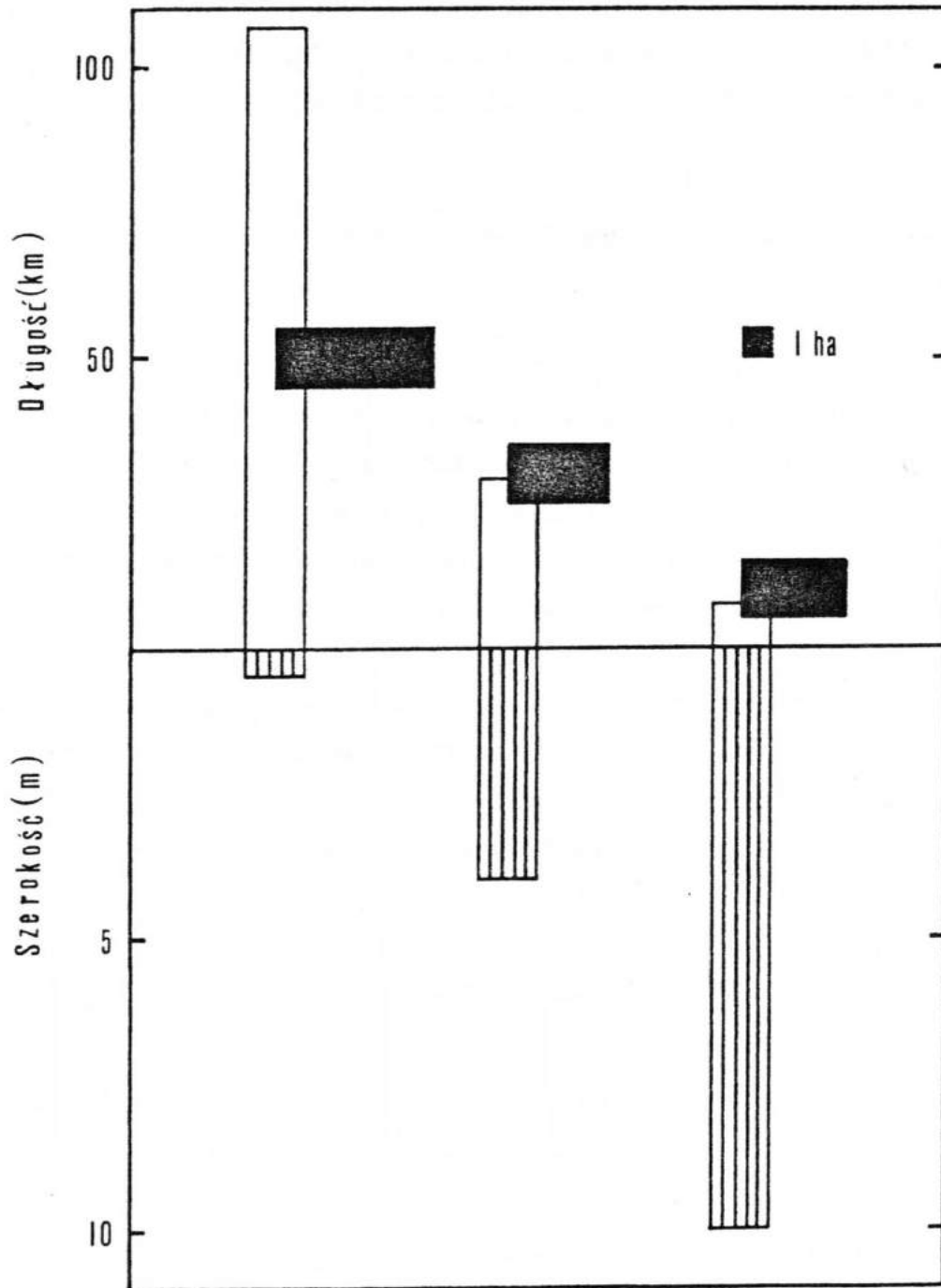
* Procentowy udział biomasy (mg suchej masy $\cdot dm^{-3}$) zooplanktonu w biomacie całości planktonu (fito-, zoo- i bakterioplankton) oraz sestonu w

powierzchniowej warstwie wody w okresie letnim (lipiec) w poszczególnych jeziorach wynosi: nr 1: 0,116; 46; 5; nr 2: 0,606; 55; 8; nr 3: 0,646; 22; 2; nr 4: 0,094; 39; 2; nr 5: 0,012; 0,75; 0,1; nr 6: 0,385; 53; 7; nr 7: 0,752; 41; 3; nr 8: 0,321; 19; 2 (Drabkova, Lokk, Ostrovskaja, 1980).

The Resources of Fauna in the Small Water Ecosystems

SUMMARY

A synthesis of the data obtained from scattered literature and from the research carried out by the authors concerning the resources of the fauna in small water ecosystems is presented. Hitherto existing studies of the resources of fauna in the small water ecosystems are unequal and fragmentary. Small water reservoirs and small streams are frequently mainstays of fauna, mainly invertebrates, very rich with regard to its quantity and quality. More detailed data concerning the biomass, density and number of the taxa of various animals are available mainly in relation to the temporary water bodies small lakes and different types of water reservoirs situated in the immediate vicinity of lakes. The fauna of invertebrates in small streams and canals has been explored to a lesser degree.



Ryc. 1. Porównanie długości i zajmowanej powierzchni trzech klas cieków na obszarze 100 km^2 w krajobrazie rolniczym Wielkopolski (okolice Kościana)