Acta Palaeontologica Polonica
Vol. 30, No. 1—2 pp. 3—69; pls. 1—8 Warszawa, 1985

KRYSTYNA SZEROCZYŃSKA

CLADOCERA JAKO WSKAŹNIK EKOLOGICZNY W PÓŹNOCZWARTORZĘDOWYCH OSADACH JEZIORNYCH POLSKI PÓŁNOCNEJ

SZEROCZYŃSKA, K.: Cladocera jako wskaźnik ekologiczny w późnoczwartorzędowych osadach jeziornych Polski Północnej. [Cladocera as ecologic indicator in late Quaternary lacustrine sediments in Northern Poland]. Acta Palaeont. Polonica, 30, 1—2, 3—69, 1986 (1985).

Przedstawiono wyniki analizy Cladocera z osadów późnoczwartorzędowych, wykonane dla 5 profilów z 4 zbiorników słodkowodnych. Szczegółowa analiza jakościowa i ilościowa gatunków Cladocera pozwoliła na rekonstrukcję rozwoju kopalnych jezior z okolic Worytów (Pojezierze Mazurskie) i Niechorza (Pomorze Zachodnie). Na podstawie składu gatunkowego i ilości szczątków w osadach wydzielono fazy rozwoju Cladocera, a zarazem fazy biologicznego rozwoju jezior. Uchwycono etapy wzmożonej eutrofizacji związane prawdopodobnie z osadnictwem oraz fluktuacje klimatyczne. Wydzielone fazy rozwoju Cladocera odpowiadają częściowo fazom klimatycznym w późnym glacjale i holocenie.

K l u c z o w e s ł o w a: Cladocera, stratygrafia, późny glacjał, holocen, paleolimnologia, Polska północna.

Cladocera from five late Quaternary profiles of 4 lake basins have been investigated. A detailed qualitative and quantitative analysis of cladoceran species allow to reconstruct the evolution of fossil lakes in the vicinity of Woryty (the Mazurian Lakeland) and Niechorze (Western Pomerania). Basing on species composition and quantity of fossil remains in the sediments, some phases of Cladocera development and biological development of the lakes have been distinguished. Stages of intensified eutrophication have been pointed out which might be connected with human colonisation. Climatic fluctuations have been documented. Phases of Cladocera development correspond partly to the climate phases in the late glacial and Holocene.

K e y w o r d s: Cladocera, stratigraphy, late glacial, Holocene, palaeolimnology, Northern Poland.

Krystyna Szeroczyńska, Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, Al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Polska. *Otrzymano: maj, 1983.*

WSTĘP

Badaniami objęto późnoczwartorzędowe kopalne zbiorniki słodkowodne z okolic Worytów i Niechorza (fig. 1), które zostały wytypowane jako wzorcowe dla stratygrafii późnego glacjału i holocenu Polski, w ramach pro-

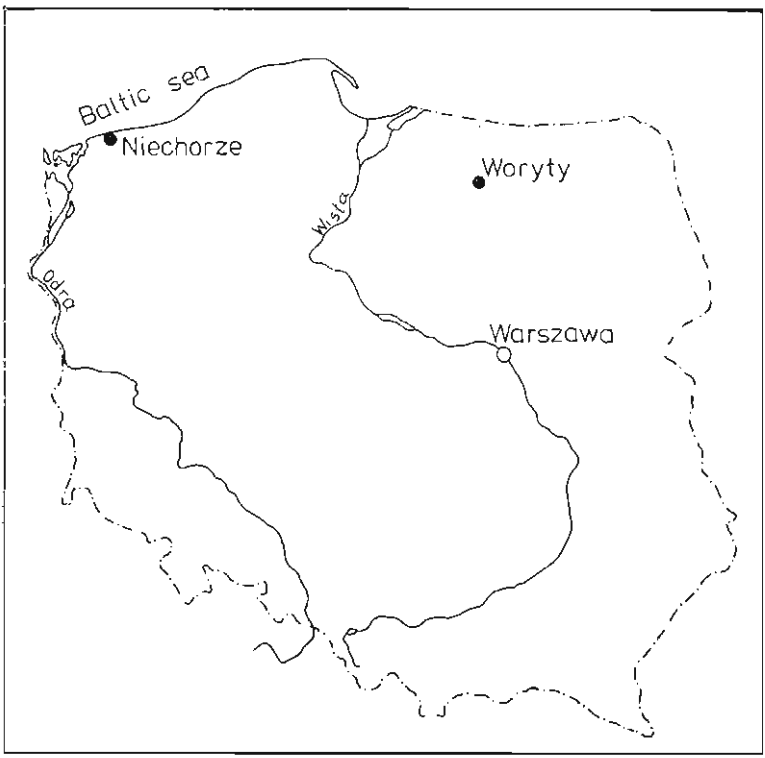


Fig. 1. Lokalizacja badanych stanowisk.
Fig. 1. Location of the investigated sites.

gramu IGCP (International Geological Correlation Programme — project 158b).

Analiza Cladocera stanowi dokumentację faunistyczną do kompleksowych badań mających na celu rekonstrukcję rozwoju słodkowodnych zbiorników Polski północno-zachodniej i północno-wschodniej. Stanowią one kontynuację badań prowadzonych w latach ubiegłych nad historią następujących jezior holoceńskich: Gopła (Mikulski 1978b, Bilska i in. 1979), Jezioraka (Mikulski 1976, 1977), Wigier i Wiżajn (Czeczuga i in. 1970, 1977).

Praca powstała w latach 1976—1981 pod kierunkiem prof. dr S. Zb. Różyckiego, któremu wyrażam serdeczną wdzięczność za skierowanie uwagi na dyskutowaną tu problematykę oraz za opiekę naukową. Gorąco dziękuję prof. dr J. S. Mikulskiemu za wprowadzenie w systematykę wioślarek oraz wskazówki metodyczne i liczne dyskusje. Udostępnienie materiału do analiz i wprowadzenie w problematykę geologiczną badanych terenów zawdzięczam nieżyjącej dr K. Kopczyńskiej-Lamparskiej oraz doc. dr hab. M. Ralskiej-Jasiewiczowej i doc. dr hab. E. Stupnickiej.

Pragnę tu podziękować prof. dr D. G. Frey'owi i dr W. Hofmannowi za uwagi dotyczące taksonomii wioślarek.

Wszystkim koleżankom i kolegom z Samodzielnej Pracowni Geologii Czwartorzędu Instytutu Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk oraz z Instytutu Geologii Podstawowej Uniwersytetu Warszawskiego dziękuję za dyskusję i życzliwy stosunek do mojej pracy.

Praca została wykonana w Samodzielnej Pracowni Geologii Czwartorzędu Instytutu Nauk Geologicznych PAN, w ramach problemu międzyresortowego „Geodynamika obszaru Polski". Problematyka niniejszej rozprawy wchodzi w temat „Opracowanie stratygrafii czwartorzędu i paleogeomorfologii wybranych rejonów Polski".

Preparaty są przechowywane w Instytucie Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk (skrót ZNG PAN).

Rys historyczny

W latach dwudziestych Mesyatsew (1924) wskazał na znaczenie Cladocera w badaniach paleolimnologicznych. Po raz pierwszy uwzględniono tę grupę organizmów dla charakterystyki ekologicznej jeziora Wauwiler z okazji badań neolitu (Zemp 1943). Zainteresowania nią wzrosły poczynając od lat sześćdziesiątych.

Początkowo ograniczano się do opisu gatunków i oznaczania elementów skorupek znajdowanych w osadach (Frey 1958, 1959, 1960, 1961*a*, 1967, 1973, 1975, 1980; Goulden i in. 1963; Hrbácek 1969; Korinek 1971; Megard 1965, 1967*a*; Smirnov 1971, 1976). W późniejszym okresie zaczęto rozpatrywać ich obecność w aspekcie ekologiczno-klimatycznym. Wytypowano gatunki wskaźnikowe zmian klimatu (Harmsworth 1968*a*) oraz gatunki charakteryzujące ekologiczny typ zbiornika (Frey 1961*b*; Goulden 1964; Whiteside 1969; Adamska i in. 1969; Tsukada 1972; Mikulski 1976, 1977). Badano ich współzależność występowania z roślinami (Sebestyn 1969, Flössner 1972). Wskazywano na wpływy eutrofizacji (Birks i in. 1976, Whiteside 1981) i działalności człowieka na oscylacje w występowaniu Cladocera (Goulden 1964, Crisman i in. 1978). Na ich podstawie starano się odtworzyć możliwie pełną historię rozwoju jezior kopalnych i współczesnych (Alhonen 1967, 1971, 1972; Czeczuga i in. 1970, 1977; Frey 1961*b*, 1962; Goulden 1966, 1969*b*; Harmsworth 1968*a*, *b*; Korde 1956; Mikulski i in. 1972; Mikulski 1976, 1978*b*; Megard 1964). Dzięki tym badaniom Frey (1955) wykazał meromiksję jeziora Läng, a Goulden (1964) przedstawił pełną historię jeziora Esthwaite Water, z uwzględnieniem wpływu człowieka. Harmsworth (1968*a*) scharakteryzował ewolucję jeziora Blelham Tarn (Anglia) analizując sukcesję Cladocera w okresie późnoglacjalnym (od interstadiału Bølling) i holocenie. Alhonen (1969, 1970*a*, *b*, 1971, 1972; *in*: Donner i in. 1978) zaś przedstawił analizę pięciu jezior południowej Finlandii, w których zmienność gatunków i ich frekwencja były zbieżne ze zmianami klimatycznymi. Szeroką dyskusję nad składem gatunkowym Chydoridae w trzech grupach zbiorników (jeziora naturalne, sztuczne i zalewy rzeczne) przeprowadził DeCosta (1964, 1968*a*, *b*) badając osady 45

jezior doliny Mississippi. W ostatnich latach wyniki analizy Cladocera próbuje się wykorzystać także dla celów stratygraficznych (Crisman 1978, 1979), korelując fazy florystyczne z fazami rozwoju Cladocera.

Analizie poddane były głównie osady późnoglacjalne i holoceńskie. Osady starsze opracowano w Danii — stanowisko wieku eemskiego (Frey 1962) oraz w Japonii z jeziora Biwa, w osadach którego Cladocera notowano nawet poniżej głębokości 55,5 m (Kadota 1972, 1973, 1974, 1975, 1976). Datowanie metodą trakową ocenia tę warstwę na początek okresu eemskiego, zaś wyniki analizy palinologicznej (Fuji 1975) wskazują na okres wcześniejszy, przypadający poniżej optimum klimatycznego. Osady sięgające 22,5 tys. lat zbadano w jeziorze Zeribar w Iranie (Megard 1967*b*).

W Polsce metoda analizowania szczątków Cladocera stosowana była przez nielicznych badaczy (Czeczuga i in. 1970, 1977; Mikulski 1972, 1976, 1977, 1978*a*, *b*), głównie do badania osadów jeziornych zbiorników współczesnych. Dzięki tej metodzie Mikulski (1976, 1977) prześledził genezę jeziora Jeziorak oraz wpływ człowieka na jezioro Gopło (Mikulski 1978*a*, *b*; Bilska i in. 1979). Ewolucję jezior Wigry i Wiżajny scharakteryzował Czeczuga (Czeczuga i in. 1970, 1977), podając przebieg rozwoju zespołów Cladocera w poszczególnych okresach klimatycznych holocenu. Pierwszą analizę Cladocera z osadów późnoglacjalnych wykonano dla jeziora Przedni Staw w Dolinie Pięciu Stawów Polskich w Tatrach (Szeroczyńska — 1984) oraz dla zbiorników kopalnych omówionych w niniejszej rozprawie (Szeroczyńska 1980, 1981). Brodniewicz (1979) w osadach późnoglacjalnych z klifu nadmorskiego w okolicy Ustki oznaczyła trzy gatunki Cladocera, lecz są one niewystarczającym materiałem dla charakterystyki badanego zbiornika.

Metodyka badań

Próbki osadów jeziornych przeznaczone do badań paleolimnologicznych pobrane były za pomocą sond (profile Woryty 80, 82, 83), szapy (Niechorze IV) oraz w formie monolitów ze ściany (Niechorze I-bis).

Osady we wszystkich badanych profilach podzielono na odcinki od 2 do 30 cm w zależności od zmian litologicznych. Z odcinków tych pobrano próbki. Próbki przeznaczone do analizy Cladocera przygotowano wg następującej metody wymaganej przez IGCP — projekt 158 (Frey 1979):

Każdą próbę reprezentują skorupki uzyskane z 1 cm^3 świeżego osadu przez wygotowanie w 10% roztworze KOH, przy ciągłym mieszaniu mieszadłem magnetycznym. Węglany usuwano 10% roztworem HCl. Otrzymane residuum odwirowywano i kilkakrotnie przemywano wodą destylowaną. Osad przesiewano przez sito w celu oddzielenia frakcji powyżej 0,05 mm zawierającej szczątki Cladocera, którą rozprowadzono w 15 ml wody destylowanej z formaliną (roztwór 4%) i przechowywano w próbówce, w temperaturze ok. +4°C.

Materiał zabarwiono Safraniną T, którą po rozpuszczeniu w glicerynie dodawano w ilości 4—5 kropli na próbkę.

Do analizy mikroskopowej pobierano z każdej próbki po 0,05 ml. W preparacie liczono wszystkie zauważone elementy skorupek: skorupki tułowiowe, tarczki głowowe, anteny, postabdomen, kolce postabdominalne i efipia. Notowano także obecność elementów innej fauny bezkręgowej. Liczono najczęściej 3—4 preparaty, przy bardzo bogatych próbkach 2, aby uzyskać możliwie porównywalne dane. Ogółem starano się przestrzegać zasady, aby suma policzonych szczątków była nie mniejsza niż 200—300.

Opracowano ok. 400 próbek z pięciu profili wykonując analizę jakościową i ilościową ok. 1000 preparatów mikroskopowych. Otrzymane wyniki analizy zestawiono w tabelach (Tab. 1, 2, 3, 4, 5), podając bezwzględną liczbę szczątków zawartych w 1 cm^3 osadu, na podstawie których przeprowadzono dalsze przeliczenia. Do przeliczeń brano głównie pod uwagę liczbę dwuklapowych skorupek tułowiowych wszystkich gatunków. Inne elementy skorupkowe brano pod uwagę wtedy, gdy dla danego gatunku skorupki tułowiowe nie zachowały się, lub gdy skorupek tułowiowych było mniej niż tarczek głowowych (*Leptodora kindti*, *Daphnia* sp.). Przeliczenia te zostały przedstawione na wykresach (fig. 4—9, 13, 14, 17—19). Frekwencję ilustrują krzywe dla $50 \cdot 10^3$, $5 \cdot 10^3$ i $0.5 \cdot 10^3$ osobników/1 cm^3.

Dla bardziej interesujących okazów wykonano preparaty stałe, zatapiane w glicero-żelatynie, otrzymując kolekcję porównawczą dla poszczególnych gatunków.

Zdjęcia zrobiono przy użyciu mikroskopu biologicznego (pl. 2—8), a kilka fotografii w skaningowym mikroskopie elektronowym (pl. 1). Przygotowanie wioślarek do mikrofotografii w SEM jest trudne ze względu na to, że ich chitynowe skorupki są bardzo cienkie i kruche. Tego rodzaju zdjęcia nie były dotychczas publikowane. Pierwszą udaną próbę przeprowadziła autorka w Instytucie Limnologicznym w Plön, posługując się metodą „Critical Point" stosowaną tam dla Dinoflagellata, którą nieco zmodyfikowała dla chitynowych skorupek. Zastosowana metoda wymaga dalszego doskonalenia w celu otrzymania czystego materiału skorupkowego. Otrzymane zdjęcia (pl. 1) dają jakościowo nowe możliwości obserwacji w porównaniu ze zdjęciami spod mikroskopu optycznego.

Dla uzyskania porównywalności wyników, starano się stosować dla wszystkich badanych profilów te same kryteria interpretacji. Wykonano i zinterpretowano tradycyjne diagramy występowania i frekwencji gatunków, z podziałem na formy pelagiczne i litoralne. Na diagramach zaznaczono także etapy wzmożonej eutrofizacji zbiorników — wpływ człowieka na stan i rozwój zbiorników (fig. 4, 6, 8, 13, 17). Ponadto przedstawiono graficznie zestawienia procentowych udziałów wybranych gatunków, oraz grup pelagicznych i litoralnych, krzywe sum bezwzględnej frekwencji wszystkich gatunków i osobników oraz krzywe wahania poziomu wód i krzywe różnorodności (diversity) i równomierności (equitability) gatunków (fig. 5, 7, 9, 14, 18).

Krzywe różnorodności i równomierności zostały wyliczone wg analitycz-

nej zależności: $H = -\Sigma\ p_i \log_2 p_i$ (H = różnorodność, p = liczba, i = 1 ... n gatunków), podanej przez Mac Arthura (Typ I) (Deevey 1969*b*), a krzywe równomierności wykreślono w oparciu o tabelę Mac Arthura z wyliczonej wartości różnorodności (Lloyd i in. 1964; Goulden 1969*a*; Orloci 1966, 1967; Whiteside i in. 1967).

W związku z ogromną ilością danych, wchodzących do wzoru na różnorodność, opracowano program matematyczny na maszynę MERA 306 w języku FORTRAN. Danymi wyjściowymi do programu była liczba osobników każdego z gatunku rodziny Chydoridae dla każdej badanej głębokości. Przy pomocy programu wyliczono dyskretny przebieg wartości różnorodności (uzyskano konkretne wartości y_i dla danych głębokości x_i), aproksymowano prostą (prosta na krzywej różnorodności fig. 5, 7, 9, 14, 18).

Otrzymane wyniki porównano z wynikami analiz Cladocera z terenu północnej części RFN (Hofmann 1977, 1978*a*, *b*, 1982) i Anglii (Harmsworth 1968*a*; Goulden 1966) oraz południowej Skandynawii (Alhonen 1967, 1970*a*, 1971, 1972; Frey 1962).

W pracy uwzględniono również wyniki innych badań dotyczących tych samych profili, a mianowicie: geologicznych (Kopczyńska-Lamparska 1976, 1979, 1980*a*, 1983; Stupnicka 1981, oraz *in*: Pawlikowski i in. 1982); archeologicznych (Dąbrowski 1978, 1981); palinologicznych (Brykczyńska 1978; Ralska-Jasiewiczowa 1981, oraz *in*: Cieśla i in. 1978, *in*: Pawlikowski i in. 1982; Więcławek 1982); diatomologicznych (Marciniak 1979, 1981*a*, *b*); geochemicznych (Cieśla 1981; Cieśla i in. 1978, 1982); mineralogicznych (Pawlikowski i in. 1982); fauny bezkręgowców: Rhizopoda (Schönborn 1981 oraz *in*: Pawlikowski i in. 1982), Mollusca (Skompski 1981); ^{14}C (Pazdur 1980).

Przy oznaczaniu szczątków Cladocera posługiwano się kluczem Flössnera (1972), Smirnowa (1971, 1976) oraz szczegółowymi opracowaniami systematycznymi: Frey (1958, 1962, 1964), Kleilhack (1909), Lilljeborg (1900), Wesenberg-Lund (1939).

W badanych osadach dominowały głównie dwie rodziny, Bosminidae i Chydoridae, uznane za najbardziej wskaźnikowe ekologicznie (Frey 1961). Dzięki bardzo licznemu ich występowaniu udało się prześledzić współzależności występowania składników planktonu w poszczególnych okresach klimatycznych.

U w a g a: Figury tekstowe 4—9 i tabele 1—5 są dołączone do artykułu w postaci 7 aneksów.

WORYTY

Opis terenu

Miejscowość Woryty jest położona w północno-wschodniej Polsce w woj. olsztyńskim, w gminie Gietrzwałd. Znajduje się ona w Krainie Pojezierza Pomorskiego, na obszarze porośniętym głównie przez bór mieszany i grąd

(Ralska-Jasiewiczowa 1981). Krajobraz tej krainy zmieniał się na przestrzeni wieków pod wpływem klimatu i działalności człowieka. Świadczą o tym wyniki analiz palinologicznych oraz obserwacje flory współczesnej.

Okolice jezior woryckich, jak wykazały badania archeologiczne (Dąbrowski 1978, 1981), były na przestrzeni wieków siedliskiem osadnictwa różnych kultur. Osadnictwo, jakie na tych terenach występowało, miało stosunkowo trudne warunki rozwoju, ponieważ tereny te objęte były dość chłodnym klimatem (Kondracki 1972), a urozmaicona polodowcowa rzeźba terenu nie była korzystna dla prymitywnej gospodarki. Walorem był duży dostęp do wód słodkich, co za tym idzie możliwość hodowli i rybołówstwa (Stupnicka 1981). Wieś Woryty rozwijała się w pobliżu zbiorników słodkowodnych leżących w dorzeczu Pasłęki i połączonych z nią rzeką Giłwą. Aktualnie są to jeziora kopalne o nazwie Wielkie i Małe Jeziora Woryckie. Jeziora te, jak wynika z charakteru rzeźby, były prawdopodobnie pochodzenia rynnowego. Miały one pierwotnie połączenie z korytem rzeki Pragiłwy (Stupnicka 1981), co wpłynęło na ich ewolucję. Natomiast ich obecny kształt, zwłaszcza Jeziora Małego (fig. 2*a*, 2*b*, 3), bardziej przypomina jeziora oczkowe, powstałe w miejscach wytopienia się brył lodu. Dziś mają one postać obniżeń o powierzchni 25 ha i 5 ha.

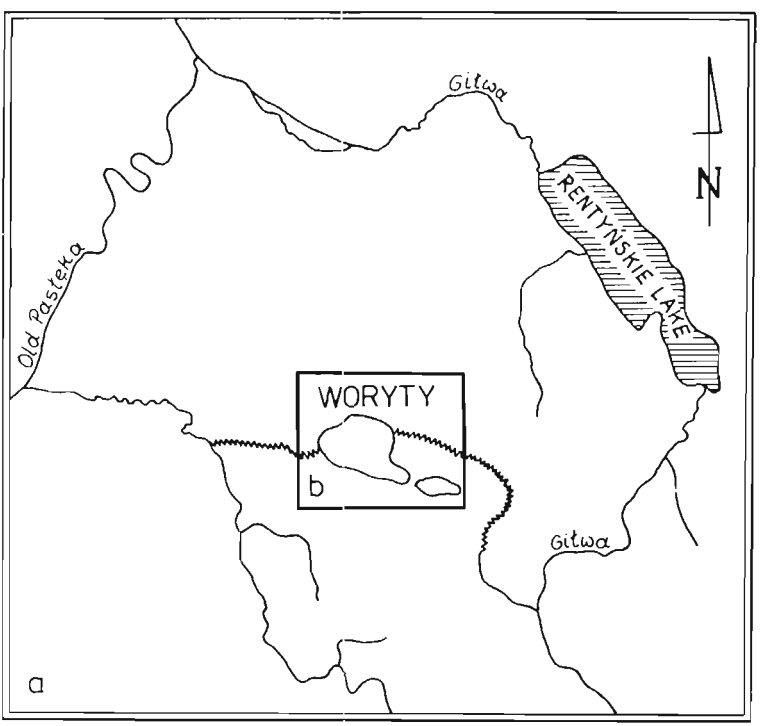


Fig. 2a. Szkic okolicy Worytów (wg Stupnickiej 1981).
Fig. 2a. Sketch map of Woryty area (after Stupnicka 1981).

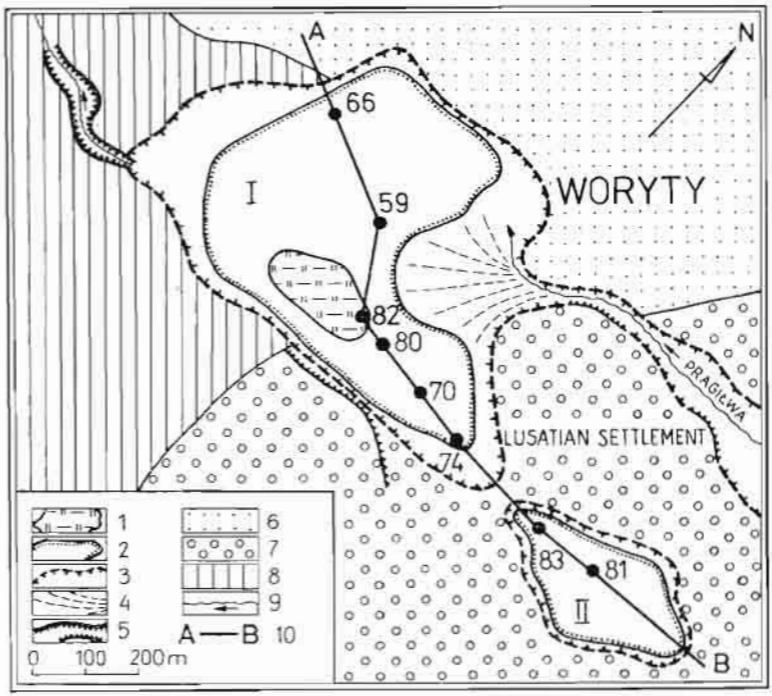


Fig. 2b. Schematyczna mapka jezior woryckich pokazująca topografię, geologię oraz lokalizację wierceń (wg Ralskiej-Jasiewiczowej i Stupnickiej, w: Pawlikowski *et all.* 1982). I Jezioro Wielkie, II Jezioro Małe.

1 depresja jeziorna zarośnięta torfowiskiem, *2* zasięg gytii, *3* zasięg pierwotny jezior, *4* stożek napływowy w miejscu przypuszczalnego dopływu rzeki „Pragiłwy", *5* stroma skarpa wzdłuż przypuszczalnego odpływu rzeki „Pragiłwy", *6* piaski i mułki kemowe, *7* fluwioglacjalne piaski i żwiry, *8* glina zwałowa zlodowacenia Wisła, *9* kierunki przepływu „Pragiłwy", *10* A—B linia przekroju geologicznego przedstawionego na fig. 3.

Fig. 2b. Sketch map of the Woryty site showing topography, geology and location of borings (after Ralska-Jasiewiczowa and Stupnicka, *in*: Pawlikowski *et all.* 1982) I Wielkie Lake, II Małe Lake.

1 lake depression, covered with a reed-swamp, *2* extent of gytja, *3* original extent of the lakes, *4* area of fan accumulation at the supposed inflow of an ancient river "Pragiłwa", *5* steep escarpments on the southern side of the lake depression and along the supposed outflow of an ancient river "Pagiłwa", *6* kame silts and sands, *7* fluvioglacial sands and gravels, *8* tills of the Vistula glaciation, *9* flow direction of an ancient river "Pragiłwa", *10* line of the geological section presented in fig. 3.

Wokół byłych jezior obecnie rozpościera się teren mający liczne wzniesienia sięgające do 145 m n.p.m. ulegające silniej erozji (Stupnicka 1981). Dziś tereny dawnych jezior są zmeliorowane i pokryte roślinnością łąkową, a rozpościerające się wokół nich tereny zbudowane są z osadów pochodzenia glacjalnego; od strony północno-wschodniej na wzgórzach występuje glina zwałowa, a od południowo-wschodniej piaski średnio- i gruboziarniste.

W celu odtworzenia historii okolic Worytów, a zarazem etapów osadnictwa, zostały przeprowadzone kompleksowe badania tych terenów i osadów jeziornych pod kierownictwem Doc. J. Dąbrowskiego i Doc. E. Stupnickiej, z nadzieją, że otrzymane wyniki dadzą możliwie pełny obraz tej

historii. Badania obejmowały analizy: geologiczną (Stupnicka 1981), palinologiczną (Ralska-Jasiewiczowa 1981), archeologiczną (Dąbrowski 1981), geochemiczną (Cieśla 1981, Cieśla i in. 1978), diatomologiczną (Marciniak 1981) i analizy szczątków fauny bezkręgowców: Rhizopoda (Sönborn 1981), Mollusca (Skompski 1981) i Cladocera (Szeroczyńska 1981).

Analizę Cladocera przeprowadzono na osadach z wierceń 80 i 82 z Wielkiego Jeziora Woryckiego, oraz z wiercenia 83 z Małego Jeziora Woryckiego.

Profil Woryty 80

Długość rdzenia 80 wynosiła 6 m. Makroskopowego szczegółowego opisu profilu dokonała M. Ralska-Jasiewiczowa (*in*: Pawlikowski i in. 1982). Na piasku odłożyły się gytie, w stropie przewarstwowane torfem. Profil kończy się piaskiem z mułkami i detrytusem roślinnym.

Zawartość szczątków Cladocera w osadzie badano co 5—10 cm do głębokości 2 m. Warstwa ta powstała prawdopodobnie w okresie subatlantyckim i częściowo subborealnym. Osady poniżej 2 m, obejmujące okres atlantycki do młodszego dryasu, przebadano w dużych odstępach 10—30 cm, co umożliwiło prześledzenie tylko ogólnego kierunku rozwoju zespołów Cladocera, i nie pozwoliło na wychwytanie krótkotrwałych jego zmian.

Przeprowadzono jakościową i ilościową analizę przeliczając 43 próbki, w których stwierdzono obecność 35 gatunków Cladocera (Tab. 1) należących do pięciu rodzin: Sididae Sars, Daphnidae Sars, Leptodoridae Lilljeborg, Bosminidae Baird i Chydoridae Stebbing. Z tego do Chydoridae należy 27 gatunków. Stwierdzono także obecność innej fauny jak: Porifera (igły), Turbellaria (kokony), Bryozoa (statoblasty), Chironomidae, Culicidae, Megaloptera (narządy gębowe).

Frekwencję w obrębie planktonicznych gatunków Cladocera przedstawiono w Tabeli 1 i na diagramie (fig. 4). Wskaźnikiem struktury i zmian w zespołach Cladocera są przede wszystkim przedstawiciele rodzin Chydoridae i Bosminidae (Frey 1974). W omawianym profilu te rodziny występują najliczniej. Współzależności występowania składników planktonu w badanym zbiorniku przedstawia fig. 5.

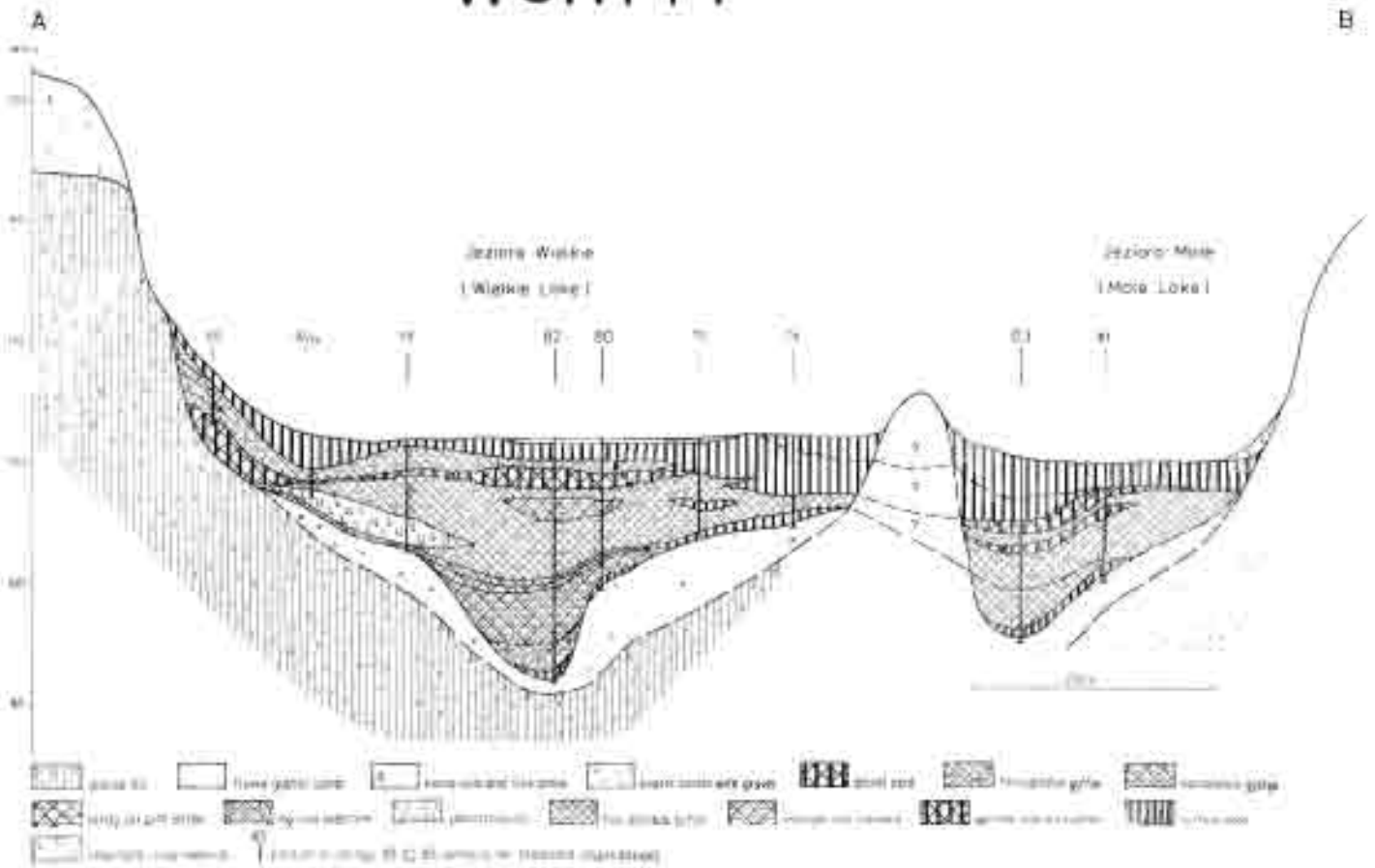
Na podstawie składu gatunkowego i ilości szczątków w osadach wydzielono fazy rozwoju Cladocera (fig. 4). Analizując przebiegi krzywych (fig. 4, 6, 8) przyjęto jednolitą numerację faz dla wierceń 80, 82 i 83.

Poczynając od spągu ustalono w profilu Woryty 80 następujące fazy:

Faza 1 — brak (stwierdzona jedynie w sąsiednim, najgłębszym wierceniu 82).

Fazy 2 i 3 (6,0—5,70 m) — w początkowym okresie rozwijały się głównie gatunki preferujące klimat chłodny oraz formy pelagiczne z rodzaju *Bosmina*, zwłaszcza *B. coregoni*. Notowano również w śladowych ilościach występowanie *B. longispina*, przedstawiciela jezior oligotroficznych (Hofman 1978*b*). Rodzinę Chydoridae reprezentują głównie gatunki zimno-

WORYTY



lubne, jak *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis* i *Acroperus harpae*. Pozostałe gatunki tej rodziny, tj. *Chydorus globosus*, *Pleuroxus trigonellus* i *Peracantha truncata*, występowały niezbyt licznie. Ogólna liczba wszystkich plankterów wynosi 3400/1 cm³ osadu.

Faza 4 (5,75—5,25 m) — stosunkowo krótkotrwała, o znacznym wzroście liczbowym pewnych plankterów. Liczba gatunków, w tym zwłaszcza litoralnych, wzrosła z 8 do 18 (fig. 5), zaś ogólna suma osobników wzrosła do 8195/1 cm³; jest to nieznaczny wzrost w stosunku do innych faz. Pod koniec trwania tej fazy zanotowano spadek liczby osobników i gatunków.

Faza 5 (5,25—4,50 m) — okres ponownego stopniowego wzrostu liczby gatunków. Liczba osobników utrzymuje się podobnie jak w poprzednich fazach. Wzrosła głównie zawartość *Bosmina*, a *Camptocercus rectirostris* występował także dość licznie — na głębokości 4,70—4,75 m osiągał 1400 osobników/1 cm³. Wyniki analizy palinologicznej datują ten okres na wczesny boreal (Pawlikowski i in. 1982). Pod koniec trwania tej fazy zanotowano zupełny zanik następujących gatunków: *Alona quadrangularis*, *A. rectangula*, *A. guttata* i *Acroperus harpae*, natomiast pojawienie się *Pleuroxus aduncus*, *Leydigia acanthocercoides* i *Leptodora kindti*. Przez cały czas trwania tej fazy liczba gatunków utrzymywała się na podobnym poziomie.

Faza 6 (4,50—3,85 m) — faza rozwoju głównie gatunków *Bosmina*, zwłaszcza *B. coregoni coregoni*. Jest to okres, w którym odpowiednie warunki rozwoju znalazły *Alona quadrangularis*, *Alonella nana*, *Camptocercus rectirostris*. W okresie tym *C. rectirostris* występował licznie (3000 osobników/1 cm³). Dużą frekwencję zanotowano także u *Leydigia acanthocercoides*, *Pleuroxus aduncus*, *Monospilus dispar* oraz *Iliocryptus* sp.

Faza 7 (3,85—3,20 m) — w okresie tym zanotowano spadek zawartości ciepłolubnego gatunku *Camptocercus rectirostris* z 3000 do 100 osobników/1 cm³, także *Alona quadrangularis* z 2100 do 225 osobników/1 cm³. Odpowiednio spadła ogólna liczba osobników. Pod koniec tego okresu zanotowano spadek liczby wszystkich plankterów do 3600 osobników/1 cm³.

Faza 8 (3,20—2,20 m) — okres masowego rozwoju gatunków rodzaju *Bosmina*, zwłaszcza *B. longirostris*, który zajął miejsce *B. coregoni coregoni*. Wypierany gatunek notowano sporadycznie. W okresie tym prócz *B. longirostris* dominowały także wioślarki litoralne, przede wszystkim *Chydorus sphaericus*, oraz *Ch. globosus*, *Alona rectangula*, *A. guttata*, *Camptocercus rectirostris*, *Pleuroxus trigonellus*, *Graptoleberis testudinaria*. Większość tych gatunków uważana jest za wskaźniki jezior eutroficznych. Zagęszcza-

Fig. 3. Przekrój geologiczny przez osady kopalnych jezior woryckich wzdłuż linii AB zaznaczonej na fig. 2b; symbole wg. Troels-Smitha 1955 (wg Stupnickiej 1981 nieco zmieniony).

Fig. 3. Geological section of the fossil lake sediments along the A—B line shown in fig. 2b; symbols after Troels-Smith 1955 (after Stupnicka 1981 slightly changed).

nie osobników na 1 cm^3 osadu było znaczne i na głębokości 2,80 m osiągnęło maksymalną wartość 51 450, z czego 33 450 przypadało na *Bosmina longirostris*. Analizując wyniki badań geochemicznych osadów pochodzących z tego okresu (Cieśla 1981), obserwuje się nagły przypływ pierwiastków śladowych, dużą koncentrację miedzi, węgla i azotu — związków zwiększających eutrofizację. Wokół zbiornika znaleziono zabytki kultury pucharów lejkowatych (Dąbrowski 1981). Na głębokości 2,60 m zanotowano nagły spadek zawartości *Bosmina longirostris*, co było podstawą podzielenia fazy 8 na dwie podfazy: a i b. W podfazie b zanotowano ponowny rozwój gatunków eutroficznych. Na głębokości 2,30—2,20 m zaobserwowano stopniowy spadek liczby osobników, zaś skład gatunkowy nie uległ zmianie.

Faza 9 (2,20—1,40 m) — po krótkim zahamowaniu gatunki eutroficzne ponownie rozwinęły się. Badania archeologiczne i palinologiczne wskazują na następną fazę intensywnego osadnictwa — kultury łużyckiej. Ten okres wzmożonej eutrofii jest stosunkowo krótkotrwały i powyżej głębokości 1,95 m zaobserwowano jej spadek. Spadek frekwencji wskaźników eutrofii posłużył do podzielenia fazy 9 na podfazę a i b. Obserwowana liczba osobników w podfazie a — 43 800/1 cm^3 spadła do 4800 w podfazie b. W okresie tym w zbiorniku notowano głównie rozwój gatunków litoralnych z rodzaju *Chydorus* i *Leydigia*, a *Bosmina longirostris* nie przekroczyła liczby 3000 osobników/1 cm^3. Zatem podfaza b była okresem biologicznego cofania się eutrofii. W fazie 9 nie zanotowano obecności ciepłolubnego *Camptocercus rectirostris*. Wyniki analizy palinologicznej (Ralska-Jasiewiczowa 1981, Pawlikowski i in. 1982) wskazują na okres środkowego i późnego subborealu.

Faza 10 (1,40—0,00 m) — w planktonie zaobserwowano głównie rozwój gatunków litoralnych. Krzywa frekwencji i dominacji występujących gatunków jest oscylująca i trudna do interpretacji. W czasie trwania tej fazy dość licznie występował *Camptocercus rectirostris* oraz gatunki z rodzaju *Leydigia*. Jezioro wykazywało tendencję do zarastania, co uwidoczniło się także w litologii osadu — pojawiły się torfy o charakterze wyraźnie bagiennym. Na głębokościach 1,20—0,90, 0,80—0,50, 0,40—0,20 m zaobserwować można nieco bardziej zaznaczoną eutrofizację zbiornika (poprzez dominację *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Ch. globosus* i *Alona rectangula*), która wprawdzie ulegała chwilowym zahamowaniom, ale w sposób postępujący dochodziła do pełni rozwoju. Od poziomu 0,45 m w osadzie zanotowano krótkotrwały wzrost, a następnie spadek i wreszcie zanik planktonu, a zatem degradację — zarośnięcie zbiornika. Na poziomie 0,30 m zaobserwowano wystąpienie *Daphnia* sp. i *Leptodora kindti*. Być może był to okres lepszego przewietrzenia zbiornika i większej zawartości tlenu w wodzie.

W profilu ponownie wystąpiły okrzemki (diatomofaza W10; Marciniak 1981), których brak było w interwale 5,20—0,60 m.

Interpretacja danych. — Krzywa różnorodności (fig. 5) przebiega bardzo

regularnie, punkty układają się w pobliżu prostej teoretycznej. Zaburzenia zanotowano jedynie w fazie 4, kiedy liczba gatunków wzrasta nagle od 8 do 18 i ponownie spada do 9, oraz w okresie wpływów ludzkich, tj. w fazach 8, 9 i 10. Krzywa nie wykazuje nachylenia, zbliża się do linii prostej, czyli znacznie odbiega od krzywej Mac Arthura (Typ I). Jest to wynikiem małej różnorodności występujących Chydoridae i dominacji tych samych gatunków.

Krzywa równomierności jest niemal prosta, bliska 1, co oznacza, że liczba zanotowanych gatunków jest taka jak liczba przewidziana teoretycznie, a odczytana z tabeli Mac Arthura (Lloyd i in. 1964). Pewne odchylenie zanotowano na granicy fazy 9 i 10 oraz w osadach przypowierzchniowych. Średnie wartości wyliczonych różnorodności i równomierności gatunków przedstawiają się następująco:

różnorodność diversity (H) $\bar{y}$		— 2,9745
równomierność equitability $\bar{\varepsilon}$		— 1,0034
prosta aproksymująca approximating line $\hat{y}$	a	— 0,0012
	b	— 2,6500
błąd standardowy standard deviation σ		— 0,4703

Analizę zmian poziomu wód oparto na przeliczeniach indeksu ILL (Index of lake level oscillation; Mikulski 1978*a*). ILL — jest to stosunek sumy Bosminidae i Daphnidae do Chydoridae. Przedstawione wahania poziomu wód (fig. 5) pokrywają się częściowo z przypuszczalnymi wahaniami ustalonymi na podstawie badań geologicznych (Stupnicka 1981). Przebieg krzywej wykazuje podniesiony poziom wód dla osadów z następujących głębokości w profilu: 4,50 m, 3,75 m i 2,80 m, zaś z gł. 5,30 m, 4,35 m, 3,20 m, 1,75 m i 1,30 m — obniżenie poziomu. Wysoki wskaźnik ILL dla gł. 2,80 m, sugerujący pogłębienie zbiornika, jest niezgodny z interpretacją geologiczną. Wzrost wskaźnika jest spowodowany bardzo dużym rozwojem *Bosmina longirostris*, co w tym przypadku odzwierciedla silną eutrofizację w zbiorniku, a nie rozwój strefy pelagicznej. Interpretując ILL należy uwzględnić wszystkie możliwe przyczyny wzrostu frekwencji gatunków pelagicznych.

Profil Woryty 82

Miąższość osadów jeziornych wynosiła ponad 10 m. Opisu litologicznego dokonały Stupnicka i Ralska-Jasiewiczowa (*in*: Pawlikowski i in. 1982). Profil rozpoczyna się piaskami, na których leżą torfy, a następnie seria gytii, która przechodzi w stropie w torfy i kończy się piaskiem.

Profil podzielono na 5-centymetrowe odcinki i punktowo pobrano prób-

ki. W miejscach zmian litologicznych (laminacje osadu) próby pobrano gęściej — co ok. 2 cm.

Na podstawie analizy jakościowej i ilościowej 117 próbek stwierdzono obecność szczątków 43 gatunków Cladocera, a także szczątki innych zwierząt bezkręgowych. Skład gatunkowy Cladocera (Tab. 2) jest zbliżony do stwierdzonego w profilu 80. Po raz pierwszy zanotowano obecność następujących gatunków: *Alona costata* Sars, *A. intermedia* Sars, *A. rustica* Scott, *Alonopsis elongata* Daday, *Camptocercus lilljeborgi* Schoedler i *Chydorus gibbus* Sars. Gatunków tych nie zaobserwowano w profilu 80 prawdopodobnie dlatego, że rdzeń 80 analizowany był stosunkowo w dużych odstępach, a wymienione gatunki, występujące sporadycznie, mogły być przeoczone.

Ilościowe wyniki analizy mikroskopowej, po przeliczeniu zestawiono w w/w tabeli (Tab. 2) oraz przedstawiono graficznie (fig. 6) i w wykresach (fig. 7).

W profilu wydzielono następujące fazy rozwoju Cladocera:

Faza 1 (ok. 10,00—9,60 m) — maksymalny rozwój osiągnęły *Peracantha truncata* i *Pleuroxus trigonellus* — gatunki litoralne, stenotermiczne (Frey 1958) oraz formy litoralne z rodzaju *Chydorus* (Goulden 1971). Dominacja tych gatunków wykazuje pewną dwufazowość, co było podstawą do podziału fazy 1 na:

podfazę a (ok. 10,0—9,80 m) — dominacja gatunków *Chydorus*,

podfazę b (9,80—9,60 m) — w ogólnej liczbie 8 gatunków wioślarek dominacja ciepłolubnych gatunków litoralnych *Peracantha truncata* i *Pleuroxus trigonellus*.

Faza 2 (9,60—8,90 m) — ze względu na pojawienie się w końcowym jej okresie gatunku pelagicznego podzielono tę fazę na dwie podfazy:

podfaza a (9,60—9,20 m) okres rozwoju tylko gatunków uważanych za „arktyczne" — *Chydorus sphaericus* i *Acroperus harpae* (Harmsworth 1968*a*);

podfaza b (9,20—8,90 m) — obok rozwijających się litoralnych gatunków „arktycznych" zanotowano obecność gatunku pelagicznego, *Bosmina longispina* i *B. coregoni coregoni*. *B. longispina* — wskaźnikowy gatunek jezior oligotroficznych — występowała dość licznie.

Faza 3 (8,90—8,50 m) — okres gwałtownego rozwoju planktonu w zbiorniku; na głębokości 8,55 m gęstość populacji wynosi 39 525 osobników/1 cm^3. Zwraca uwagę po raz pierwszy obecność szeregu gatunków z rodzaju *Alona* (*A. affinis*, *A. quadrangularis*, *A. rectangula*, *A. guttata*, *A. rustica*) i *Alonella* (*A. nana*, *A. rostrata*, *A. exigua*). Głębokowodny gatunek *Bosmina longispina* ustąpił zupełnie na rzecz *B. coregoni coregoni* oraz *B. longirostris* — wskaźnika postępowej eutrofizacji w zbiorniku. Liczba osobników *B. longirostris* wzrosła do 28 tys./1 cm^3 (Tab. 2). Faza masowego rozwoju jest krótkotrwała (okres sedymentacji 20 cm osadu), pod jej koniec nastąpił nagły spadek wymienionych gatunków dominujących, co zmieniło

obraz składu planktonu. Na głębokości 8,50 m gęstość populacji spadła do 10 804 osobników/1 cm^3.

Faza 4 (8,50—7,0 m) — frekwencja szczątków w osadzie pozwala wydzielić 2 podfazy:

podfaza a (8,50—7,95 m) — w planktonie pojawił się ponownie gatunek pelagiczny *Bosmina coregoni*, który wyraźnie dominował nad nielicznie występującymi innymi gatunkami;

podfaza b (7,95—7,0 m) — okres ponownego wzrostu ilości planktonu. Masowo rozwijała się nadal *Bosmina coregoni*, a także litoralne formy z rodzaju *Alona*, zwłaszcza *A. affinis*, *A. quadrangularis* oraz *A. rectangula* (4200 osobników/1 cm^3). Licznie występowały również: *Alonella nana*, *Eurycercus lamellatus* oraz *Camptocercus rectirostris* i *Pleuroxus*. Liczba gatunków wzrosła do 22, a ogólna frekwencja wioślarek do 20 100 gatunków osobników/1 cm^3..

Faza 5 (7,0—6,20 m) — charakteryzuje się podobnymi wskaźnikami jak faza 4. W planktonie dominowały gatunki ciepłolubne. Na głębokości 6,40 m maksymalny rozwój osiągnął gatunek stenotermiczny, *Pleuroxus trigonellus* (2250 osobników/1 cm^3). Zanotowano również wzrost frekwencji *Bosmina longirostris*, i spadek *B. coregoni*. Obniżyła się także zawartość form litoralnych *Alona rectangula* i *Alonella nana*.

Faza 6 (6,20—5,35 m) — następuje rozwój głównie gatunków litoralnych, zwłaszcza *Alona affinis* i *A. quadrangularis* oraz gatunków rodzaju *Pleuroxus*. W planktonie nadal rozwija się *Bosmina coregoni*, ale także coraz liczniejsza jest eutroficzna *B. longirostris*. Skład gatunkowy bogaty, ale ogólna frekwencja niezbyt wysoka (maximum 11 625 osobników/1 cm^3).

Faza 7 (5,30—4,20 m) — jest to okres pewnej stabilizacji frekwencji gatunków. *Bosmina coregoni* konsekwentnie jest zastępowana przez *B. longirostris*. Częste są szczątki z gatunków rodzaju *Alona*, przede wszystkim litoralnych *A. guttata* oraz *A. quadrangularis*. W fazie tej zanotowano zastąpienie *Camptocercus rectirostris* przez *C. lilljeborgi*. Być może gatunek ten preferował warunki litoralne bardziej niż ciepłolubny *C. rectirostris*. Na głębokości 4,70 m zanotowano nagły spadek liczby gatunków z 24 do 12. Pod koniec trwania tej fazy na głębokości 4,60—4,20 m zawartość pelagicznej grupy Bosminidae wzrosła do 70% w stosunku do całej masy planktonowej, przez nadmierny rozwój *Bosmina longirostris*.

Faza 8 (4,20—2,90 m) — nagły masowy rozwój *Bosmina longirostris*, *Alona guttata*, *A. quadrangularis*, *A. rectangula* i *Graptoleberis testudinaria*, oraz gatunków *Chydorus*. Wyniki badań palinologicznych wykazują w tym okresie wpływ człowieka prawdopodobnie kultury średniego i późnego neolitu (fig. 6). Na głębokości 3,20 m zanotowano spadek rozwoju gatunków dominujących, co przyczyniło się do podzielenia tej fazy na dwie podfazy:

podfaza a (4,20—3,20 m) — masowy rozwój wskaźników silnej eutrofii.

Bosmina longirostris osiągnęła 27 450 osobników/1 cm^3 osadu. Pod koniec podfazy frekwencja większości gatunków spada;

podfaza b (3,20—2,90 m) — krótkotrwały ponowny rozwój gatunków dominujących podfazy a. Nie zanotowano obecności ciepłolubnego *Camptocercus rectirostris*, zaś licznie wystąpił gatunek, notowany sporadycznie w poprzednich fazach, *Alonella exigua*, uważany za wskaźnik jezior α — β mezotroficznych (Adamska i in. 1969).

Faza 9 (2,90—2,10 m) — po spadku frekwencji gatunków dominujących w fazie 8 zanotowano ponowny ich rozwój. Sugeruje to następną indukowaną fazę eutrofizacji. Liczba osobników w 1 cm^3 wzrosła z 5550 do 27 150 (na głębokości 2,55 m), z czego 16 350 przypada na *Bosmina longirostris*. Masowo rozwijały się także *Chydorus sphaericus*, *Alona guttata*, *A. rectangula* oraz gatunki z rodzaju *Leydigia*. Wyniki analizy palinologicznej i archeologicznej wskazują na ponowny okres zasiedlania terenów woryckich (kultura łużycka), co odbiło się w zbiorniku na składzie gatunkowym planktonu. Pod koniec tego okresu zanotowano zahamowanie procesu eutrofizacji i spadek liczby plankterów do 3975/1 cm^3.

Faza 10 (2,10—0,00 m) — frekwencja szczątków bardzo zmienna, trudna do interpretacji. Biorąc pod uwagę głównie formy dominujące, tj. *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Alona guttata* oraz *A. rectangula*, fazę 10 podzielono na trzy podfazy:

podfaza a (2,10—1,00 m) — dominacja osobników litoralnych i eutroficznych. W planktonie notowano przede wszystkim obecność *Bosmina longirostris* i gatunki z rodzaju *Chydorus*. Licznie występowała *Alona guttata*, a na głębokości 1,80 m maksymalny rozwój osiągnął *Pleuroxus trigonellus*. Pod koniec trwania tej podfazy zaobserwowano ogólny spadek frekwencji gatunków, z wyjątkiem *Eurycercus lamellatus*, *Acroperus harpae* i *Alonella nana*, których liczba osobników wzrosła. Jest to okres sedymentacji gytii torfiastej (fig. 6);

podfaza b (1.00—0,60 m) — ponowny rozwój chwilowo zahamowanych wskaźników eutrofii. Maksymalny rozwój osiągnęła *Alona rectangula* (wzrost do 3525/1 cm^3). Gatunek ten osiągnął podobny rozwój, jak w czasie silnej sprowokowanej eutrofizacji w fazie 8;

podfaza c (0,60—0,00 m) — faza ta charakteryzuje się początkowo rosnącą liczbą gatunków eutroficznych i litoralnych, a następnie spadkiem liczby osobników wszystkich gatunków. Nie notowano tu *Alona rectangula* licznej w podfazie b oraz *Sida crystallina*. Rozwój rozległej strefy litoralnej oraz indukowana eutrofizacja doprowadziły jezioro do degradacji.

Interpretacja danych. — Różnorodność gatunków Chydoridae przedstawiona za pomocą parametrów różnorodności i równomierności wykazuje wahania związane ze zmianami klimatycznymi i wpływem człowieka. Przebiegi krzywych różnorodności i równomierności (fig. 7) są zaburzone w okresie fazy 2 i 4, co zapewne związane jest z wcześniej stwierdzoną

ostrą zmianą klimatyczną okresu młodszego dryasu i preboreału. Od fazy 4b różnorodność wykazuje wzrost wykładnika i dochodzi do pewnej stabilizacji. Zaburzenie równowagi stanu populacji Chydoridae zaobserwowano na granicy fazy 5 i 6, co jest zbieżne z nadmiernym rozwojem jednego gatunku Chydoridae — *Pleuroxus trigonellus*. W następnych fazach zanotowano ponowny wzrost i stabilizację składu gatunkowego. Obraz krzywych jest bardziej zmieniający się w fazach 8, 9 i 10, kiedy to nastąpiła najprawdopodobniej eutrofizacja indukowana, która całkowicie zaburzyła stabilizację biocenozy. Wyliczone parametry różnorodności i równomierności dla omawianego profilu przedstawiają się następująco:

różnorodność diversity (H) $\bar{y}$		— 2,9374
równomierność equitability $\bar{\varepsilon}$		— 0,9767
prosta aproksymująca approximating line $\hat{y}$	a	— 0,0008
	b	— 3,4329
błąd standardowy standard deviation σ		— 0,6453

Wyliczona prosta i błąd standardowy dla przedstawionej różnorodności Chydoridae wykazują stosunkowo dużą regularność poza fazą 2, w której punkty różnorodności znacznie odbiegają od prostej aproksymującej.

Wahania poziomu wód przedstawione na podstawie wyliczonego indeksu ILL oraz krzywej (fig. 7) wykazują pogłębienie na głębokości 8,60 m, 6,20 m, 4,30 m i 3,30 m, zaś na głębokości 8,20 m, 6,40 m, 2,10 m — spłycenie. Krzywa wahania poziomu wód odzwierciedla procentową zawartość Bosminidae (pelagica) w stosunku do Chydoridae (litoralicae). Bosminidae w fazie 3 dochodzą do 88,9% zawartości, co sugeruje pogłębienie się zbiornika. Wniosek ten może być mylny, ponieważ to bardzo liczna *Bosmina longirostris* spowodowała tak znaczną przewagę Bosminidae, a gatunek ten może być równie dobrze składnikiem litoralu. Nadmierny jego rozwój zaciera prawdziwy obraz stosunków ekologicznych.

Podstawowe różnice między profilami 80 i 82

Wyżej omówione profile, mimo bardzo wyraźnej zbieżności litologicznej i składu gatunkowego planktonu, wykazują pewne różnice.

W osadach profilu 82 zanotowano obecność 43 gatunków, zaś w 80 tylko 33. W tym ostatnim nie znaleziono *Alona costata*, *A. rustica*, *Alonopsis elongata*, *Anchistropus emarginatus*, *Camptocercus lilljeborgi* i *Chydorus gibbus*, zaś w profilu 82 — *Pleuroxus striatus* i *Alonella excisa*. Wymienione gatunki, jako gatunki o małej frekwencji, mogły być niezauważone przy małej częstotliwości analizowanych próbek profilu 80.

Różnica dotyczy także liczby osobników. Krzywe frekwencji poszczególnych gatunków mają podobne przebiegi, natomiast frekwencja prawie każdego z gatunków, a zwłaszcza dominujących, jest większa w profilu 80

(fig. 4, 6). W okresie maksymalnego rozwoju *Bosmina longirostris* przypadającego na fazę 8, gatunek ten w profilu 80 (na głębokości 2,75—2,80 m) osiągnął zagęszczenie 33 450, zaś w 82 (na głębokości 3,30 m) 27 450 osobników/1 cm^3. Mogłoby to wskazywać na pewną kompresję osadów krótszego profilu 80, co mogło spowodować wzrost liczby osobników na 1 cm^3 osadu.

Występowanie *B. longirostris* w profilu 82 w osadach na głębokości 8,50—8,60 m (faza 3, zona pyłkowa W-5) nie ma odpowiednika w profilu 80. Gatunek osiągnął nie spotykaną w innych okresach liczbę 33 350 osobników/1 cm^3. W profilu 80 gatunek ten był bardziej liczny dopiero w fazie 8 (W-9, W-10).

Porównując 1 m osadów spągowych z obydwu wierceń zauważa się zasadnicze różnice w ich litologii i składzie gatunkowym zooplanktonu. Osady na głębokości 9,92—9,0 m z wiercenia 82 zawierają faunę zimnolubną i gatunki z rodzaju *Pleuroxus*. W warstwie 9,60—9,30 m występują głównie zimnolubne „arktyczne" (Harmsworth 1968*b*) — *Acroperus harpae* i *Chydorus sphaericus*. Na uwagę zasługuje także obecność *Peracantha truncata*. Gatunek ten występuje sporadycznie w profilu 80 i to głównie w osadach wczesnoholoceńskich (subboreal, subatlantyk), tj. w warstwie około 3—4 m od spągu, zaś w wierceniu 82 gatunek ten dominował w warstwie 9,88—9,64 m, tj. około 10—20 cm od spągu. Na głębokości 9,76 m osiągnął liczbę 1500 osobników/1 cm^3 wobec łącznej liczby 4450/1 cm^3 wszystkich plankterów. Takiej zawartości *Peracantha* nie notowano w dotychczas przebadanych osadach kopalnych zbiorników jeziornych Polski północnej.

Należy również podkreślić brak, w przebadanym spągowym odcinku profilu 82, podstawowych plankterów, gatunków z rodzaju *Alona*, które masowo występują w większości zbiorników, ślady ich bytności zanotowano dopiero na głębokości 9 m, tj. około 1 m od spągu. W osadach profilu 80 gatunki te notowano od samego spągu poprzez cały rdzeń. Spostrzeżenia te nasunęły wniosek, że osady spągowe (około 1 m) profilu 82 sedymentowane były w okresie wcześniejszym niż w profilu 80 (Szeroczyńska 1980). Potwierdziły to wyniki analizy palinologicznej i ^{14}C (Pawlikowski i in. 1982).

Profil Woryty 83

Kopalne Jezioro Małe leży w obniżeniu na południowy wschód od Jeziora Wielkiego w odległości około 80 m. Rozdziela je przesmyk zbudowany z piasków drobno- i gruboziarnistych, przez który biegnie polna droga. Kopalne Jezioro Małe leży poniżej Wielkiego około 1 m (fig. 3). Obecnie jest to teren zmeliorowany pokryty roślinnością łąkową. Niepełne wyniki analizy palinologicznej sąsiedniego profilu 81 (Ralska-Jasiewiczowa 1981) datują ten zbiornik na okres holoceński. Wyniki analiz geologicznych, geochemicznych i palinologicznych są zbliżone do wyników uzyskanych dla profilu 80 Jeziora Wielkiego (Cieśla i in. 1978).

Miąższość osadów organogenicznych profilu 83 wynosiła 7,70 m. Profil ten był dłuższy od poprzednio uzyskanego profilu 81 o około 3 m. W profilu 83 brak jest odcinka górnego, tj. 0,0—0,90 m górnej warstwy torfów, która była bardzo przerośnięta korzeniami tworząc darń. Profil 83 przeznaczono głównie na analizę Cladocera. Dotychczas profil ten nie jest datowany. Osady w profilu 83 są bardziej wapienne niż w profilu 81 (fig. 3). Opis litologiczny, którego dokonały M. Ralska-Jasiewiczowa i K. Szeroczyńska, w formie skróconej przedstawia się następująco:

0,00—0,90 m — brak osadu (darń),
0,90—0,98 m — piasek gruboziarnisty ze żwirkami (materiał naniesiony do otworu),
0,98—1,70 m — torf bagienny z dużymi kawałkami drewna, ciemnoczarny (brązowiejący) (1,14—1,25 m — czarny),
1,70—2,70 m — torf bagienny, ciemnoczarny z kawałkami drewna z domieszką gytii (1,99—2,10 m — nieco jaśniejszy osad),
2,70—2,80 m — torf (silnie rozłożony) z gytią, prawie czarny,
2,80—3,70 m — torf z gytią jaśniejszą, z węglanem wapnia
(3,02—3,25 m — gytia jaśniejsza)
(3,25—3,60 m — gytia ciemniejsza)
(3,60—3,63 m — gytia jaśniejsza)
(3,63—3,70 m — gytia ciemniejsza),
3,70—3,90 m — torf z gytią niemal czarny, bardzo rozłożony,
3,90—4,08 m — gytia torfiasta z węglanem wapnia,
4,08—4,17 m — gytia wapienna,
4,17—4,37 m — gytia wapienna, ciemnoszara,
4,37—4,70 m — gytia wapienna jaśniejsza,
4,70—5,70 m — gytia wapienna z plamkami w części górnej, z wkładkami ciemniejszymi (5,24—5,29 m), (5,35—5,38 m),
5,70—6,70 m — jednorodna kremowo-szara gytia wapienna (6,03—6,10 m — wkładka nieco ciemniejsza),
6,70—7,54 m — gytia wapienna zbliżona do kredy (margiel), lekko laminowana w części spągowej (7,48—7,57 m), (7,52—7,54 m) przewarstwienia ciemniejsze i jaśniejsze,
7,54—7,62 m — torf z kawałkami drewna,
7,62—7,70 m — piasek gruboziarnisty.

Profil podzielono na odcinki 10-centymetrowe, z których punktowo pobrano próbki osadu. Odcinki zagęszczono do 2 cm w miejscach takich zmian litologicznych, jak drobne warstwowania, itp.

Z 88 próbek uzyskano 39 gatunków należących do czterech rodzin: Daphnidae, Bosminidae, Chydoridae i Sididae. Skład gatunkowy (Tab. 3), jak i liczba osobników w 1 cm^3 osadu, przypomina profile 80, 82, z Wielkiego Jeziora.

W osadach Jeziora Małego nie zanotowano następujących gatunków, obecnych w Jeziorze Wielkim: *Alonopsis elongata* (Daday), *Alonella excisa* (Fischer), *Leptodora kindti* (Foecke), *Pleuroxus aduncus* (Jurine).

Otrzymane wyniki analizy przedstwiono w zestawieniu tabelarycznym (Tab. 3) i graficznie (fig. 8, 9).

Analogicznie, jak dla profilów 80 i 82, dokonano wydzieleń faz rozwoju Cladocera:

Faza 1, 2 — faz tych w profilu 83 nie stwierdzono.

Faza 3 (7,70—7,50 m) — tworzenie się osadów spągowych, głównie torfów. W okresie tym zanotowano pierwsze gatunki *Cladocera*, zwłaszcza *Bosmina coregoni* i gatunki z rodzaju *Chydorus* i *Alona*. Stwierdzono także ślady obecności *Camptocercus rectirostris*. Dominują gatunki litoralne.

Faza 4 (7,50—6,60 m) — okres stosunkowo dużej przewagi *Bosmina coregoni*, także form litoralnych *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis*, *A. quadrangularis*, *A. guttata*, *Alonella nana*. Licznie reprezentowany był również stenotermiczny *Pleuroxus*. Frekwencja wszystkich gatunków wykazywała dwufazowość, w związku z czym podzielono fazę 4 na dwie podfazy:

podfaza a (7,50—7,20 m) — dominacja *Bosmina coregoni* oraz gatunków z rodzaju *Alona*, *Chydorus* i *Pleuroxus*, których łączna liczba osobników na głębokości 7,30 m osiągnęła 11 700/1 cm^3;

podfaza b (7,20—6,60 m) — spadek frekwencji wszystkich plankterów, zwłaszcza z rodzaju *Alona*. Gatunkiem dominującym w planktonie była nadal *Bosmina coregoni*, co sugerować może nieco wyższy stan wody w zbiorniku.

Faza 5 (6,60—5,80 m) — frekwencja Cladocera słabo zaznaczona. Gatunkiem dominującym nadal była *Bosmina coregoni*, występująca tu jednak niezbyt licznie. Maksymalnie gatunek ten osiągnął na głębokości 6,0 m 2600 osobników/1 cm^3. Pod koniec trwania tej fazy notowano wzrost liczby *B. longirostris*. Podobnie jak w fazie 5 profilu 82, zanotowano tu także stosunkowo wysoką zawartość ciepłolubnego *Pleuroxus trigonellus*.

Faza 6 (5,80—4,80 m) — osady obfitują w szczątki Cladocera. Masowo pojawiła się *Bosmina longirostris*, lecz i *B. coregoni* występowała dość licznie. Zanotowano również wzrost liczebny litoralnych gatunków *Alona quadrangularis* i *A. affinis*.

Faza 7 (4,80—4,10 m) — okres dalszego wzrostu dominacji *Bosmina longirostris*, która stopniowo wypierała z planktonu *B. coregoni*. Oprócz wzrostu wskaźnika postępującej eutrofii (*B. longirostris*) w planktonie notowano liczne *Alona affinis* — gatunek chętnie bytujący w obrębie roślin szuwarowych.

Faza 8 (4,10—3,30 m) — w osadach głównie dominowały gatunki eutroficzne: *Bosmina longirostris*, *Alona guttata*, *A. rectangula* i gatunki z rodzaju *Leydigia*. Ich frekwencja wykazywała dwufazowość rozwoju. Zanotowano nagły dwukrotny wzrost gatunków eutroficznych, co wskazywać może na eutrofizację wzmożoną, sprowokowaną. Dwufazowość frekwencji przyczyniła się do podzielenia fazy 8 na dwie podfazy:

podfaza a (4,10—3,70 m) — gwałtowny rozwój planktonu, osady bardzo bogate w szczątki, których liczba na granicy podfaz (głębokość 3,70 m) osiąga 32 625 osobników w 1 cm^3, z tego 22 950 osobników przypada na *Bosmina longirostris*;

podfaza b (3,70—3,30 m) — po chwilowym spadku frekwencji gatunków dominujących, ponowny, choć mniej gwałtowny, rozwój wskaźników eutrofizacji.

Pod koniec trwania fazy zanotowano spadek frekwencji większości gatunków, a tym samym cofnięcie się procesu eutrofizacji.

Faza 9 (3,30—2,80 m) — ponowny wzrost frekwencji gatunków eutroficznych. Dominują głównie *Bosmina longirostris* i *Chydorus sphaericus* oraz formy litoralne. Maksymalna liczba plankterów wynosi 28 050 osobników, pod koniec fazy zaś 2900/1 cm^3.

Faza 10 (2,80—1,70 m) — okres sedymentacji gytii torfiastej i torfów. Zmianie litologicznej towarzyszy zmiana w składzie gatunkowym *Cladocera*. Dominowały głównie gatunki litoralne oraz gatunki wskaźnikowe rosnącej na nowo eutrofizacji, *Leydigia* i *Alona guttata*. Masowo rozwijała się roślinność szuwarowa, a w związku z nią gatunki z grupy „jeziornych" i „pół-jeziornych" (Flössner 1964), co świadczy o stopniowym spłycaniu się zbiornika i częściowym zarastaniu. Frekwencja plankterów wykazywała dwufazowość, co przyczyniło się do podziału fazy 10 na dwie podfazy:

podfaza a (2,80—2,40 m) — duży rozwój strefy litoralnej i wskaźników postępującej eutrofii. Maksymalna liczba plankterów sięga 26 325 osobników/1 cm^3.

podfaza b (2,40—1,60 m) — po chwilowym spadku liczby osobników do 13 350/1 cm^3, zawartość składników planktonu ponownie wzrosła do 23 925/1 cm^3. Dominowały gatunki typowe dla bardzo płytkich zbiorników: *Chydorus sphaericus*, *Alona rectangula* i *Bosmina longirostris*. Od głębokości 1,90 m wzwyż zanotowano stopniowy spadek zawartości szczątków Cladocera. Zbiornik jeziorny przeobraził się w typowe torfowisko niskie, środowisko, które nie stwarzało odpowiednich warunków dla Cladocera.

Warstwa osadów (1,60—0,90 m) reprezentująca głównie torfy zawiera jedynie śladowe ilości szczątków z rodzaju *Chydorus* i *Alona*.

Górna warstwa torfów (około 1,5 m) nieco się różni od torfów notowanych w Wielkim Jeziorze Woryckim, co świadczyć by mogło o odmiennych warunkach ich sedymentacji. Prawdopodobnie większy zbiornik, w przeciwieństwie do małego, był prawie do końca swego istnienia nieco zasilany wodami gruntowymi lub rzecznymi, co sugerują osady torfowe z profilów 80 i 82 przewarstwowane gytią.

Interpretacja danych. — Punkty różnorodności w tym profilu rozkładają się bardzo blisko prostej aproksymującej. Różnorodność Chydoridae jest mało urozmaicona, a krzywa równomierności bliska 1, czyli bardzo zgodna z teoretycznymi przewidywaniami Mac Arthura. Bardziej zaburzony obraz krzywych różnorodności i równomierności zanotowano w okresach wzmożonej eutrofizacji, skutkiem czego nastąpiło zachwianie stanu

stabilizacji rozkładu i różnorodności Chydoridae. Wyliczone parametry osiągają wartości:

różnorodność diversity (H) $\bar{y}$		— 2,9556
równomierność equitability $\bar{\varepsilon}$		— 0,9979
prosta aproksymująca approximating line $\hat{y}$	a	— 0,0019
	b	— 2,0533
błąd standardowy standard deviation σ		— 0,6091

Wyliczony indeks (ILL) poziomu wahania wód jest stosunkowo niski, nie przekracza wartości 3. Pewne nieznaczne zwiększenie poziomu wód sugeruje krzywa (fig. 9) na głębokości 7,20—6,80 m oraz 6,05 m, czyli w początkowym okresie istnienia zbiornika.

HISTORIA ROZWOJU JEZIOR WORYCKICH

Z badań geologicznych wynika, że sedymentacja w nieckach jezior woryckich zapoczątkowana była piaskami jeziornymi (Stupnicka 1981). Wyniki badań palinologicznych i wyniki badań wieku metodą ^{14}C stwierdzają, że pierwsza warstwa torfów (na piaskach) powstawała w Wielkim Jeziorze Woryckim w interstadiale Alleröd, a druga na początku holocenu.

Analizując osady jeziorne z Worytów w profilach 80, 82 i 83 (fig. 3, 10), można zaobserwować trzy stadia (Stupnicka 1981) rozwoju Jeziora Wielkiego i dwa stadia Jeziora Małego. Stadia te zapoczątkowane są sedymentacją gytii jeziornej, a zakończone osadzaniem się warstewki torfu. W stadiach tych można wydzielić „podstadia" (fazy — Stupnicka 1981) na podstawie przewarstwień gytią torfiastą. Obejmują one zazwyczaj stosunkowo małe odcinki profilu i spowodowane były zmianami lokalnymi.

Analiza Cladocera pozwala określić i scharakteryzować badane kopalne jeziora. Skład gatunkowy Cladocera sugeruje, że były to stojące zbiorniki o charakterze małych jezior. Bardzo zbliżony skład gatunkowy i podobna zmienność frekwencji plankterów mogą sugerować, że były to kiedyś zbiorniki co najmniej okresowo połączone, zwłaszcza w okresie odkładania się gytii w 6 fazie rozwoju (faza florystyczna — W-8 — atlantyk). Z drugiej strony jednak, ich bliskość, a zatem wpływ jednakowych warunków klimatycznych, czynników allochtonicznych i wpływ osiedlających się wokół nich ludzi powodować mogły, że charakter obu jezior mógł być bardzo zbliżony. W związku z tym, na przekroju geologicznym (fig. 3) zaznaczono linią przerywaną dwie możliwe interpretacje budowy przesmyka. Z całą pewnością można stwierdzić, że torfy warstw górnych w zbiorniku małym i wielkim tworzyły się w nieco odmiennych warunkach, na co wskazuje

ich charakter i różna szybkość sedymentacji. Brak fauny w górnych torfach profilu 83 sugeruje, że mały zbiornik był wcześniej narażony na zarośnięcie. Pod koniec jego istnienia nie było ani dostatecznego dopływu wód gruntowych, ani powierzchniowych, w odróżnieniu od wielkiego, który był zasilany wodami, dzięki czemu mógł rozwijać się w nim plankton, a w osadach zanotowano tylko cienką warstewkę torfów przypowierzchniowych. Torfy te były rozdzielone warstewką gytii, co sugeruje pogłębienie zbiornika. Ta sytuacja zaznaczona jest także w obrazie frekwencji wskaźników eutroficznych. Na poziomie tym eutrofizacja uległa chwilowemu zahamowaniu. Być może jest to zbieg kilku przyczyn: zwiększenie opadów (okres subatlantycki) i wycofanie się osadników kultury rzymskiej (Dąbrowski 1981), którym podmokłe tereny utrudniały prowadzenie hodowli, co dało spadek dopływu substancji eutrofizujących do zbiornika (Cieśla 1981).

Podobieństwo rozkładów ilościowych i jakościowych plankterów dla opracowanych trzech profilów woryckich (fig. 4—9) pozwoliło na określenie wspólnych faz rozwojowych. Ogółem wydzielono 10 faz, które obrazują okresy klimatyczne, zbieżne z fazami pyłkowymi (Pawlikowski i in. 1982), oraz wpływy człowieka, co znajduje poparcie w wynikach badań archeologicznych (Dąbrowski 1981).

Faza 1 (W-2, W-3) — początkowy okres rozwoju jeziora przebiegający w klimacie stosunkowo ciepłym, na co wskazują gatunki stenotermiczne. Dominujące gatunki *Peracantha truncata* i *Pleuroxus* świadczą nie tylko o korzystnych warunkach rozwoju jeziora, ale także o rozwiniętej strefie litoralnej.

Faza 2 (W-4) — zanotowany skład gatunkowy sugeruje, że gromadzenie fauny odbywało się w klimacie chłodnym, lub tuż po okresie chłodnym, a zbiornik miał charakter oligotroficzny. W drugiej połowie tej fazy zanotowano wzrost rozwoju gatunków pelagicznych: *Bosmina longispina* i *B. coregoni*, związany zapewne z ostatecznym stopieniem się pobliskich, pojedynczych brył lodowych, i spowodowanym tym pogłębieniem się zbiornika. Marciniak (1981*a*, *b*) stwierdziła tu zimnolubne gatunki okrzemek (diatomofazy W5, W5/W6, W6). Ralska-Jasiewiczowa (*in*: Pawlikowski i in. 1982) na podstawie analizy palinologicznej datuje ten okres na młodszy dryas i wczesny preboreal.

Faza 3 (W-5) — burzliwy rozwój planktonu, a także obecność *Camptocercus rectirostris* sugerują nagłe ocieplenie klimatu. Często obraz taki obserwowany jest na początku holocenu, kiedy to po okresie chłodu miejscowa fauna planktonowa nagle uzyskuje korzystne warunki rozwoju, co uwidacznia się gwałtownym rozwojem populacji. To z kolei pociąga za sobą przegęszczenie biotopu, a wynikiem tego jest spadek frekwencji plankterów wskutek zahamowania możliwości rozwoju.

Faza 4 (W-6) — odnowienie się składu gatunkowego planktonu, często z udziałem pelagicznej formy *Bosmina coregoni*, co sugerować może nieco większy stan wody w zbiorniku. W tym okresie w osadach zanotowano

głównie obecność *Camptocercus rectirostris* i gatunków *Pleuroxus* wskazujące na ciepły i wilgotny klimat.

Faza 5 (W-7) — odpowiada okresowi ciepłemu, na co wskazuje dominujący udział gatunków rodzaju *Pleuroxus*, oraz wzrost rozwoju *Camptocercus rectirostris*. Zanotowano w okresie tym rozwój form eutroficznych, zwłaszcza *Bosmina longirostris*. Zatem okres ten dla jezior woryckich był początkiem stopniowego procesu eutrofizacji. Potwierdza to także wzrost zawartości *Bosmina coregoni coregoni* (a zupełny brak *B. longispina*), która bywa uznawana za wskaźnik początkowego stadium eutrofizacji (Hofmann 1977, 1978*b*). Pod koniec trwania tej fazy zawartość jednych gatunków spada, a innych wzrasta, przy stałej liczbie gatunków. Sugeruje to pewne zmiany zachodzące wewnątrz zbiornika, np. lepsze przewietrzenie jeziora, a tym samym rozwój gatunków mających większe zapotrzebowanie na tlen (Mikulski 1974).

Faza 6 (W-8) — charakter klimatyczny podobny do stanu z fazy 5. W zbiornikach rozwijały się głównie formy litoralne, ciepłolubne. Stwierdzony skład gatunkowy wskazuje na początkowe stadium eutrofizacji jeziora. Pod koniec trwania tej fazy zaobserwowano obfitość gatunków, ale niezbyt wysoką ich frekwencję. Być może nastąpił przypływ wód, a tym samym zagęszczenie osobników uległo zmniejszeniu. Sytuację taką można założyć, biorąc pod uwagę, że osady te, zwłaszcza górna ich warstwa, według wyników analizy palinologicznej osadzały się najprawdopodobniej we wczesnym atlantyku.

Faza 7 (W-9) — dość stabilna frekwencja gatunków, jaką zanotowano w osadach tej fazy, sugeruje korzystne warunki dla rozwoju plankterów. W zbiornikach obserwowano postępującą eutrofizację, przez stopniowe wypieranie ze składu gatunkowego formy pelagicznej (*Bosmina coregoni*) na korzyść formy eutroficznej (*B. longirostris*). Zanotowana dominacja gatunków grupy pelagicznej (Bosminidae — do 70%) była konsekwencją rozwoju gatunku eutroficznego, a nie rozwoju strefy pelagicznej, co mogłyby sugerować krzywe wahań poziomu wód (fig. 5, 7, 9). Wzrost rozwoju gatunków litoralnych, a zwłaszcza bytujących w pobliżu roślin szuwarowych wskazuje na znaczne poszerzenie się w tym okresie strefy litoralnej.

Fazy 8—10 (W-10—W-13) — są to okresy widocznych wpływów gospodarki ludzkiej na zbiorniki oraz na ich zlewnię. Sytuację tę obrazują nawroty nagłego rozwoju gatunków wskaźnikowych wzmożonej eutrofii, zwłaszcza *Bosmina longirostris*, którego frekwencja w tych okresach przekracza 30 000/1 cm^3. Maksymalny, nagły rozwój gatunków: *Bosmina longirostris*, *Alona rectangula*, *A. guttata* wskazuje na wzmożoną eutrofizację indukowaną. Nadmierny przypływ do zbiorników elementów eutrofizujących wywołuje nadmierny rozwój fauny i pewnego rodzaju przegęszczenie biotopu, co pociąga za sobą zahamowanie rozwoju gatunków Cladocera. To z kolei powoduje biologiczne cofanie się eutrofizacji i ponowną możliwość rozwoju planktonu, a tym samym odrodzenie się zbiorników. Procesy

te potęgowane są także przez fluktuacje osadnicze. Ludność wycofywała się z zasiedlonych terenów, do czego zmuszało ją zalewanie terenów przyległych do omawianych jezior spowodowane zmianami klimatycznymi. Obraz taki powtarzał się w fazie 8, 9 i 10. W fazie 10 proces eutrofizacji osiągnął tak duże rozmiary, że doprowadził do zarośnięcia zbiorników, a spowodowany był nieprzerwanym wpływem osadników okresu historycznego osiadłych tam do dnia dzisiejszego.

Wyniki analiz palinologicznych oraz badania archeologiczne stwierdziły wokół jezior woryckich obecność osadników kultury neolitycznej, wczesnego brązu, łużyckiej, rzymskiej i średniowiecza (Ralska-Jasiewiczowa 1981, Stupnicka 1981, Dąbrowski 1981). Porównanie wyników badań palinologicznych z wynikami analizy Cladocera pozwoliło zaobserwować, że etapy wzmożonej eutrofizacji zbiorników woryckich zbiegały się z okresami osadniczymi (fig. 4, 6). Diagramy z zaznaczonymi etapami wzmożonej eutrofizacji wykazują pewne wyprzedzenie etapów eutrofizacji w stosunku do faz zasiedlania wyznaczonych na podstawie analizy pyłków. Zaznaczyło się to zwłaszcza w profilu 80 w okresie kultury neolitycznej. Można to wytłumaczyć stopniem rozwoju ludności kultur wcześniejszych, której umiejętności agrarne były prymitywne, a życie skupiało się głównie wokół zbiorników, które dostarczały pożywienia i ochrony. Bardziej rozwinięte osadnictwo kultury łużyckiej (Dąbrowski 1981), której gospodarka charakteryzowała się przewagą hodowli nad rolnictwem, odzwierciedliło się także w składzie gatunkowym planktonu (np. eutrofizacja w fazie 9). Inaczej przedstawia się obraz wpływu osadnictwa XIII-wiecznego, którego obecność bardzo wyraźnie zaznaczona jest poprzez zmiany obrazu florystycznego (Ralska-Jasiewiczowa 1981, Pawlikowski i in. 1982) i jego rolniczy charakter, podczas gdy zmiany planktonu są mniej czytelne. Krzywe zmienności form eutroficznych (fig. 4, 6, 8) wykazują wahania; wpływ tej kultury osadniczej był wprawdzie mniej widoczny, ale ciągły, co doprowadziło do zarośnięcia zbiorników.

Wyniki, jakich dostarczyła analiza Cladocera trzech profilów woryckich 80, 82, 83, wskazują, że wzmożone etapy eutrofizacji w Wielkim Jeziorze Woryckim wystąpiły w okresie sedymentowania osadów odwierconych na głębokości: 0,70—0,90, 1,20—1,70, 2,30—2,50, 3,20—3,40, 3,80—3,50 m w profilu 82, i 0,20—0,45, 0,90—1,15, 2,30—2,50, 2,70—3,0 m w profilu 80, zaś w Małym z głębokości 2,0—2,40, 2,40—2,60, 3,10—3,20, 3,50—3,90 m. Skład gatunkowy i zmiany frekwencji w poszczególnych fazach rozwoju sugerują, że fazy rozwoju Cladocera 2 i pierwsze stadium 3, odbywały się w klimacie chłodnym, symptomy nieco chłodniejszego klimatu wykazuje także podfaza a fazy 10, zaś 1, 4, 5, 6, 7, 8 i 9 w klimacie umiarkowanie ciepłym.

Analizę zmian poziomu wód oparto na przeliczeniach indeksu ILL (Index of lake level; Mikulski 1978*a*). Przedstawione na fig. 5, 7, 9, krzywe wahania poziomu wód tylko częściowo pokrywają się z przypuszczalnymi

wahaniami ustalonymi na podstawie badań geologicznych (Stupnicka 1981). Z przebiegu krzywych wynika, że na głębokości 2,0; 2,80; 3,70; 4,50 m w profilu 80, 8,60, 6,20, 4,30, 3,20 m w profilu 82 i 7,20, 6,10, 3,80, 1,40 m w profilu 83 wystąpiło pogłębienie zbiornika, zaś na głębokości 1,35, 1,70, 3,20, 4,35, 5,30 m w profilu 80, 8,20, 6,40, 4,90, 2,10 m w profilu 82 i 1,60, 2,80, 4,70 5,70, 6,60 m w profilu 81 wypłycenie. Zastosowanie tego indeksu dla jezior podlegających intensywnej eutrofizacji jest niezbyt miarodajne, ponieważ silny wzrost frekwencji *Bosmina longirostris* w tym przypadku jest odzwierciedleniem wzmożonej eutrofizacji, a nie wzrostu liczebności gatunku pelagicznego. A zatem, należy wziąć to pod uwagę, interpretując krzywe wahań poziomów wód. Uwzględniając dane ekologiczne, charakter litologiczny osadów oraz frekwencję pelagicznych gatunków Cladocera, nie uwzględniając maksymalnego rozwoju *Bosmina longirostris*, można przypuszczać, że wyraźne pogłębienie Jeziora Wielkiego nastąpiło w okresie atlantyckim i nieznaczne w okresie wczesnego subatlantyku (faza 7, 10a), zaś spłycenie w borealu, subborealu i późnym subatlantyku (faza 5, 8, 10b, c). Jezioro Małe było nieco głębsze tylko w początkowym okresie sedymentacji.

Wyliczone i przedstawione graficznie krzywe różnorodności gatunków i równomierności wskazują na regularność zbliżoną do wyliczonej teoretycznej naniesionej w postaci linii prostej na krzywych różnorodności (fig. 5, 7, 9). Wartość standardowego błędu oceny aproksymacji dla poszczególnych profilów zawierała się w granicach 0,2—0,9, co wskazuje na prawidłowe, regularne przebiegi krzywych różnorodności w obydwu zbiornikach.

Na głębokościach 4,50—3,70, 2,65—1,30, 0,90 m w profilu 80 oraz na głębokościach 9,88, 9,35, 9,0—8,70, 7,65, 6,70, 6,22, 5,60—5,10, 4,60 m w profilu 82 występuje gatunek tlenolubny *Leptodora kindti*, żyjący zazwyczaj w dobrze natlenionych zbiornikach oraz rzekach. Gatunku tego nie notowano w osadach profilu 83 Jeziora Małego. Badania geomorfologiczne (Stupnicka 1981) wykazały, że Jezioro Małe nigdy nie było przepływowe, a zatem obecność *Leptodora kindti* być może sugeruje momenty przepływowe w historii zbiornika Jeziora Wielkiego, kiedy mogło ono być zasilane natlenionymi wodami z pobliskich rzek Giłwy i Pasłęki.

Biorąc pod uwagę podobieństwo obrazu planktonowego obydwu jezior woryckich przeprowadzono korelację stratygraficzną profilów 80, 82 i 83 (fig. 10). Profil 83 nie był dotychczas opracowany paleobotanicznie. Do jego korelacji z sąsiednimi profilami posłużyła jedynie analiza faz rozwoju Cladocera w obydwu jeziorach. Korelacja stratygraficzna wykazała, że osady Jeziora Małego sedymentowane były w podobnych okresach co osady profilu 80, a zatem wyłącznie w okresie holoceńskim. Szczegółowa analiza szczątków Cladocera okazuje się więc przydatna dla korelacji profilów nie datowanych, a znajdujących się w niedalekiej odległości od przebadanych stanowisk datowanych.

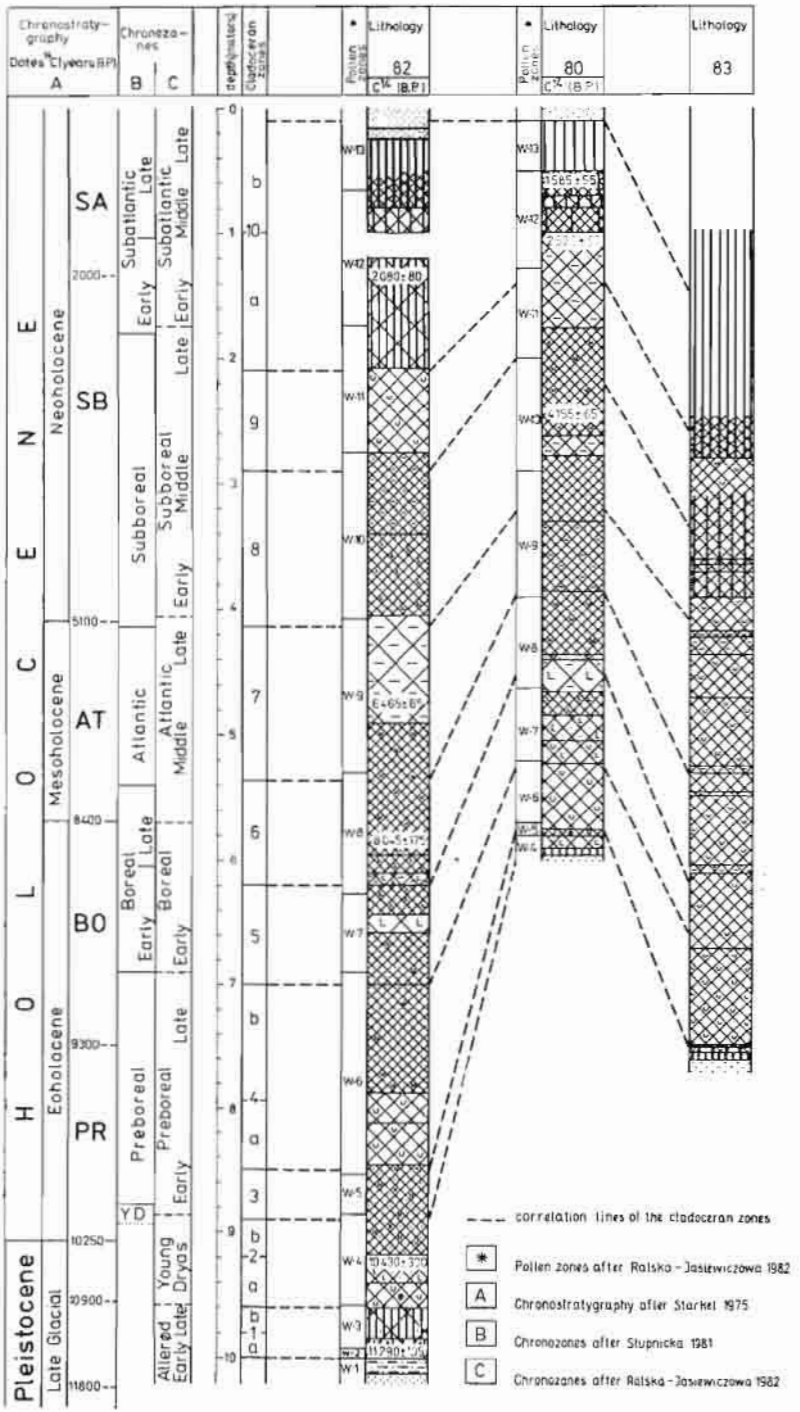


Fig. 10. Korelacja biozon wydzielonych na podstawie Cladocera i ziarn pyłku w osadach jezior woryckich z profili Woryty 80, 82 i 83 (objaśnienia jak dla fig. 3).
Fig. 10. Correlations of biozones distinguished on the basis of Cladocera and pollen grains in the sediments of Woryty Lake Małe ane Wielkie in the profiles Woryty 80, 82 and 83 (for explanations see fig. 3).

Na podstawie wierceń 83 i 82, dokonano korekty dotychczasowego przekroju geologicznego (fig. 3). Głębokość niecek okazuje się większa o kilka metrów niż przyjmowano poprzednio, a wyniki wiercenia 83 sugerują nieco odmienny kształt misy Jeziora Małego niż pierwotnie przyjmowano (Stupnicka 1981).

NIECHORZE

Opis terenu

Niechorze leży na wybrzeżu Bałtyku w zachodniej części Pomorza Zachodniego, na pograniczu Niziny Szczecińskiej i Pobrzeża Słowińskiego, gdzie ostatnie zlodowacenie bałtyckie pozostawiło swoiste piętno. Teren jest oddzielony strefą pojezierzy od pasa wielkich dolin. Krajobraz Pomorza Zachodniego wykazuje bogactwo form polodowcowych, charakteryzuje się ogromną różnorodnością biotopów, zarówno lądowych jak i wodnych, do których należą jeziora oligotroficzne, zespoły solnikowe oraz torfowiska (fig. 11). Posiada ono charakterystyczną roślinność halofilną tworzącą rozległe halofilne łąki nadmorskie. Wśród lasów przeważają buczyny z rozpowszechnionych bluszczem i bogactwem storczyków. Badana strefa leży na wysoczyźnie polodowcowej urywającej się zazwyczaj od strony morza

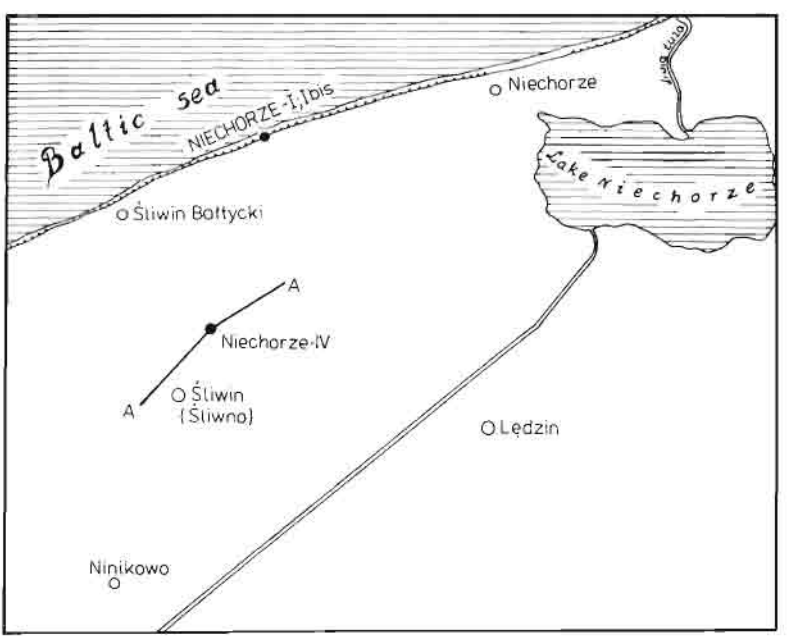


Fig. 11. Mapka lokalizacji kopalnych jezior Niechorze I (I-bis) i Niechorze IV oraz przekroju geologicznego AA.
Fig. 11. Location map of the fossil lakes Niechorze I (I-bis) and Niechorze IV, and geological section AA.

stromym klifem, niszczonym przez morze, porośniętym rokitnikiem, który umacnia urwiska.

Kopczyńska-Lamparska (1976, 1980*a*, 1982, 1983) wykonała szczegółową mapę geologiczną — arkusz Niechorze (1979) oraz zajęła się opracowaniem dwóch kopalnych zbiorników jeziornych odsłaniających się w klifie nadmorskim, w odległości około 2 km ku północy od Niechorza. Najstarsze osady organogeniczne w profilu Niechorze I, datowane metodą palinologiczną i ^{14}C, należą do najstarszego dryasu. Po raz pierwszy zaistniała zatem możliwość prześledzenia historii rozwoju północno-zachodnich jezior pomorskich z okresu późnoglacjalnego.

Odsłaniające się w klifie osady organogeniczne powstały podczas ostatniej deglacjacji obszaru Pomorza. Osady te podścielone są piaskami ze żwirkami i leżą w obniżeniu glin zwałowych dwu najmłodszych nasunięć lądolodu zlodowacenia bałtyckiego (Kopczyńska-Lamparska 1976). Osady mniejszego z tych zbiorników, opisanego jako Niechorze I, zostały datowane metodą ^{14}C (Kopczyńska-Lamparska 1976) oraz palinologicznie (Brykczyńska 1978) na okres od najstarszego dryasu do okresu subborealnego. Były one także przedmiotem badań geochemicznych (Cieśla i in. 1982), diatomologicznych (Marciniak 1979, 1981*a*) oraz badań mięczaków (Skompski *in*: Kopczyńska-Lamparska i in. 1983). Monolity pobrano ponownie ze ściany zbiornika Niechorze I i oznaczono jako profil Niechorze I-bis. Profile geologiczne Niechorze I (z r. 1974) i Niechorze I-bis (z r. 1978) różnią się w szczegółach, mimo że ściany klifu nie cofnęły się więcej niż o 1 m. Na zapleczu badanego zbiornika odwiercono sondy nazwane Niechorze IVa, b, c, d usytuowane w półmetrowych odstępach. Materiał pobierano szapą, sięgając do spągu osadów jeziornych na głębokości 5,50 m. Wykonane sondy miały dostarczyć osadów późnoholoceńskich brakujących w zbiorniku z klifu nadmorskiego.

Profil Niechorze I-bis

Niechorze I-bis znajduje się w strefie wysoczyzny polodowcowej zbudowanej głównie z glin zwałowych, urozmaiconych obniżeniami wytopiskowymi (Kopczyńska-Lamparska 1979). Wysoczyzna od strony północnej pokryta jest piaskami eolicznymi, które pokryły także osady zbiornika Niechorze I (fig. 12). Pierwotny kształt zbiornika jest nieznany, gdyż północną część zniszczyło morze, lecz zarys misy w odsłonięciu wskazuje na małe rozmiary wynoszące około 50 m średnicy. Występują w niej niecki z osadami jeziornymi (Kopczyńska-Lamparska i in. 1984).

W osadach kopalnego jeziora Niechorze I (profilu I-bis) faunę wioślarek reprezentują dobrze zachowane szczątki subfosylne.

Pobrane ze ściany monolity podzielono na próbki o grubości 2—5 cm. Miąższość osadów wynosiła ok. 180—190 cm, z tego ok. 1 m w nieckach wypełnionych osadami w okresie późnoglacjalnym. Pozostałe warstwy to najprawdopodobniej osady holoceńskie (Kopczyńska-Lamparska 1982). Przeanalizowano szczegółowo 47 próbek. Spektrum Cladocera oparte jest

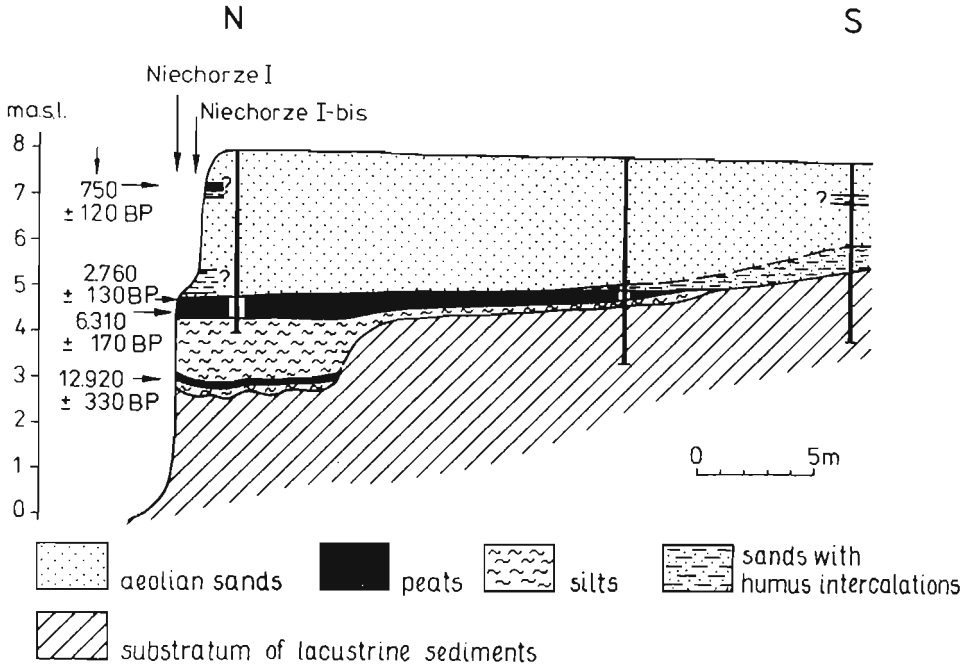


Fig. 12. Przekrój geologiczny przez osady jeziora Niechorze I (wg Kopczyńskiej-Lamparskiej 1982).
Fig. 12. Geological section of the Niechorze I lake sediments (after Kopczyńska-Lamparska 1982).

co najmniej na 3 preparatach z każdej próbki. Wyniki analizy zawartości szczątków wioślarek w tym profilu przedstawiono graficznie i w tabeli (fig. 13—14, Tab. 4).

Zgeneralizowany opis litologiczny profilu Niechorze I-bis (Kopczyńska-Lamparska, materiały nie opublikowane), poczynając od spągu, przedstawia się następująco:

0—2 cm mułek szary ze skorupkami mięczaków,
2—15 cm mułek torfiasty,
15—19 cm torf,
19—33 cm mułek brunatnoszary z detrytusem roślin i skorupkami mięczaków,
33—48 cm mułek oliwkowoszary i szarooliwkowy z łodyżkami roślin i skorupkami mięczaków,
48—58 cm mułek czarny z łodyżkami roślin i skorupkami mięczaków,
58—73 cm mułek oliwkowy z łodyżkami roślin i skorupkami mięczaków
73—108 cm mułek brunatny z plamami beżowymi, łodyżki roślin i skorupki mięczaków,
108—131 cm mułek beżowy z łodyżkami roślin i skorupkami mięczaków,
131—138 cm mułek czarny, torfiasty, w spągu z łodyżkami roślin i skorupkami mięczaków,
138—161 cm mułek czarnobrunatny, w stropie z łodyżkami roślin,
161—213 cm torf.

Stwierdzono obecność 33 gatunków Cladocera z pięciu rodzin: Bosminidae, Daphnidae, Chydoridae, Leptodoridae i Sididae (Tab. 4), ponadto

stwierdzono obecność szczątków subfosylnych: Chironomidae, Megaloptera i Turbellaria.

Na podstawie krzywych bezwzględnej frekwencji (fig. 13) oraz liczby gatunków (fig. 14), z uwzględnieniem zmienności frekwencji gatunków wydzielono następujące fazy rozwoju Cladocera:

Faza 1 (0,0—20 cm) (od spągu) — okres wytapiania się martwego lodu i tworzenia się zbiornika słodkowodnego, przypadający prawdopodobnie na okres końcowego stadium najstarszego dryasu, co sugerują wyniki analizy palinologicznej (Brykczyńska 1978) i ^{14}C (Kopczyńska-Lamparska 1976), wykonane dla sąsiedniego profilu Niechorze I. Analiza pyłkowa profilu Niechorze I-bis jest w opracowaniu. 16 cm od spągu — w osadach tej warstwy (w warstewce torfu) zanotowano obecność pojedynczych osobników *Chydorus sphaericus* (Tab. 4), gatunku uważanego za formę najbardziej eurytermiczną — wytrzymującą nawet stosunkowo duże obniżenie temperatury. Gatunek ten, jako jedyny przedstawiciel wioślarek, zanotowano także w osadach późnoglacjalnych tatrzańskiego jeziora Przedni Staw (Szeroczyńska, w druku).

Faza 2 (20—30 cm) — wraz z przejściem torfu w mułek następuje istotna zmiana w obrazie florystycznym (Brykczyńska 1978, Marciniak 1981*a*) i faunistycznym. Rozwinęła się flora brzóz drzewiastych, traw turzycowych i roślin wodnych; okrzemki preferujące klimat chłodniejszy występowały nielicznie. Sukcesja wioślarek w tej warstwie osadów uległa nagłej zmianie, zarówno pod względem ilości gatunków jak i ich liczebności. Obok plankterów zimnolubnych, jak *Chydorus sphaericus*, *Acroperus harpae* i *Alona affinis*, pojawiły się ciepłolubne: *Camptocercus rectirostris*, *Pleuroxus trigonellus*, *Alona quadrangularis* i gatunki *Leydigia*, a wśród nich gatunki z grupy „jeziorne" i „pół-jeziorne" (Flössner 1964), żyjące w obecności roślin wodnych (*Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Typha*).

Liczba gatunków Cladocera wzrosła do 16, a także liczebność osobników do 15 700/1 cm^3 osadu. Analiza geochemiczna pokazuje wzrost zawartości pierwiastków śladowych, głównie miedzi (Cieśla i in. 1982).

Faza 3 (30—38 cm) — w osadach zanotowano spadek zawartości szczątków do 1700 osobników/1 cm^3. Znaleziono tylko 7 gatunków i to głównie zimnolubnych: *Chydorus sphaericus*, *Acroperus harpae*, *Alona affinis*. *Alona rectangula* i *Alonella nana* zanotowano sporadycznie w zagęszczonej próbce. Podany obraz przedstawia analiza pyłkowa sąsiedniego profilu; diagram pyłkowy cechuje zubożenie zbiorowisk roślinnych. Pod koniec tej fazy zaobserwowano stopniowy wzrost liczby gatunków i osobników Cladocera.

Faza 4 (38—75 cm) — szczątki wioślarek wykazują mniejszą zmienność w porównaniu do warstw poprzednich. W czasie trwania tej fazy frekwencja plankterów wykazuje pewną dwufazowość (fig. 13). Ilość gatunków waha się od 7 do 12, liczba osobników jest nieduża, jedynie na głębokości 65 cm osiągnęła 7000/1 cm^3. Stan ten był wywołany głównie poprzez wzrost

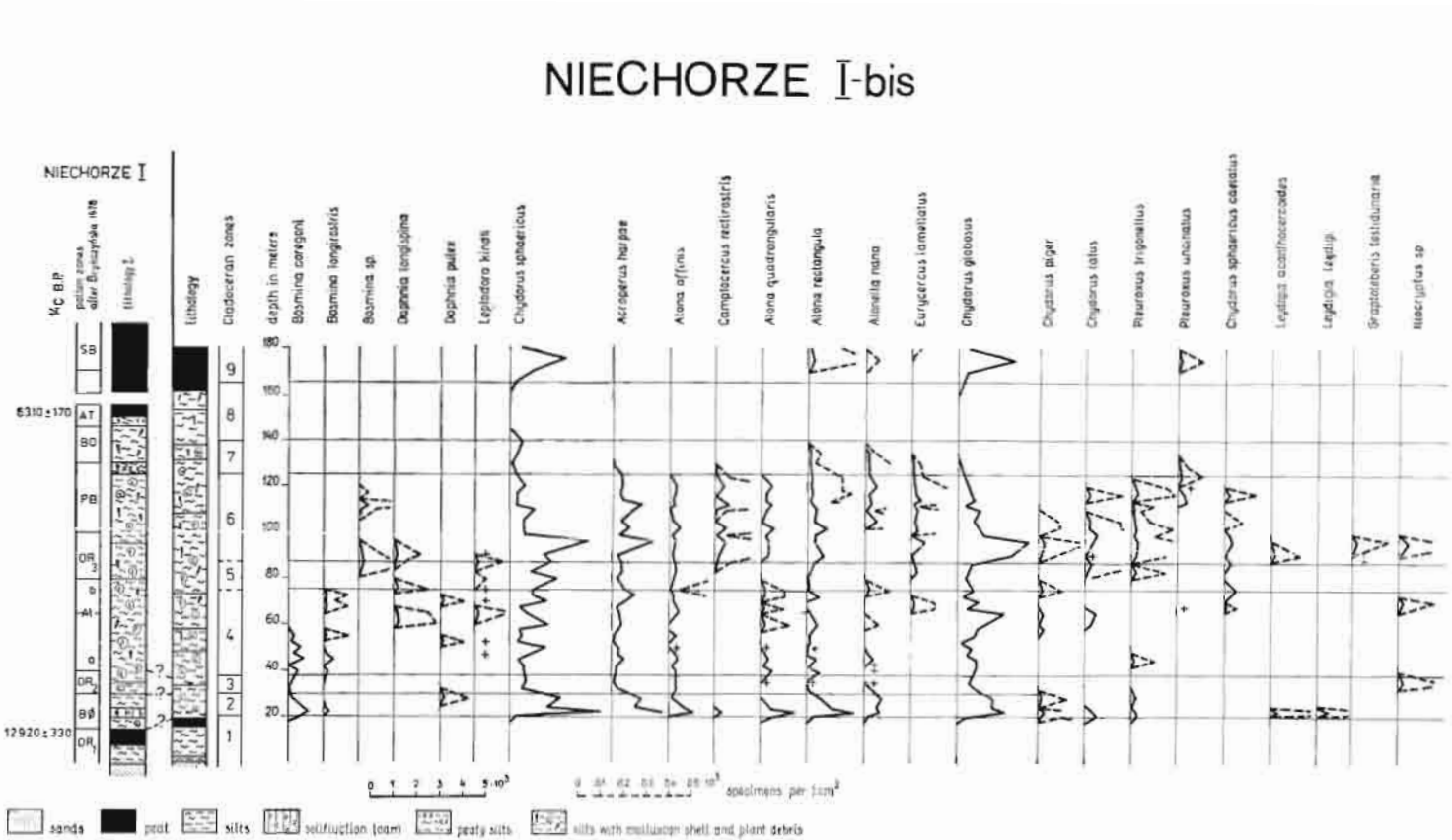


Fig. 13. Rozprzestrzenienie wioślarek w profilu Niechorze I-bis.
Fig. 13. Distribution of the Cladocera in the profile Niechorze I-bis.

liczebności gatunku litoralnego, *Chydorus globosus*. Brak gatunków pelagicznych. Skład gatunkowy wykazuje oscylacje w ramach klimatu stosunkowo ciepłego, ochładzającego się pod koniec fazy; analiza geochemiczna wykazała obecność pierwiastków śladowych na prawie jednakowym poziomie.

Faza 5 (75—86 cm) — fazę tę wydzielono na podstawie nagłego spadku krzywej liczby gatunków z 11 do 5 i ponownego bardzo nagłego wzrostu do 18 gatunków. W fazie tej utrzymywały się jedynie gatunki zimnolubne oraz nieliczne pelagiczne — *Bosmina coregoni* i *Eurycercus lamellatus* — gatunki spotykane także w wodach zimnych (jeziora górskie).

Faza 6 (86—128 cm) — okres sedymentacji o największej liczbie gatunków (18) w planktonie. Ponownie zanotowano obecność *Camptocercus rectirostris*, którego nie obserwowano od fazy 2. W składzie planktonu pojawiły się niektóre gatunki, dotychczas nie rejestrowane w badanym zbiorniku: *Sida crystallina*, *Graptoleberis testudinaria*.

Faza 7 (125—140 cm) — w osadach zanotowano tylko nielicznie występujące gatunki kosmopolityczne z rodzaju *Chydorus*.

Faza 8 (140—165 cm) — od głębokości 142 cm nie zanotowano obecności żadnych szczątków Cladocera. Przeanalizowano bardzo dokładnie cały osad od głębokości 140—165 cm, nie tylko pod kątem zawartości szczątków Cladocera; bezskutecznie poszukiwano szczątków innych bezkręgowców.

Faza 9 (165—180) — w osadach profilu I-bis ponownie zanotowano obecność szczątków wioślarek, tym razem bardzo nielicznych. Notowano głównie obecność *Chydorus sphaericus* i *Ch. globosus* — gatunki litoralne, spotykane nawet w większych kałużach. Zbiornik Niechorze I nigdy się już nie odrodził i sedymentacja osadów jeziornych została zakończona. Obecnie kopalny zbiornik pokryty jest około 2 m warstwą piasków eolicznych.

Interpretacja danych. — Krzywa różnorodności (fig. 14) wykazuje nachylenie od wartości 1,74 do 4,0 w końcowym stadium, sugerując wzrost różnorodności Chydoridae zgodny ze stopniem rozwoju zbiornika. Zaburzenia i odchylenie punktów różnorodności od prostej aproksymującej zanotowano na granicach faz zmian rozwoju zbiornika. Najbardziej zaznaczyło się to na głębokości ok. 80 cm, wtedy najprawdopodobniej zbiornik uzyskał strukturę typowo jeziorną. Wyliczone parametry różnorodności i równomierności przedstawiają się następująco:

różnorodność diversity (H) $\bar{y}$		— 2,5241
równomierność equitability $\bar{\varepsilon}$		— 1,0560
prosta aproksymująca approximating line $\hat{y}$	a	— 0,0066
	b	— 2,0501
błąd standardowy standard deviation σ		— 0,4872

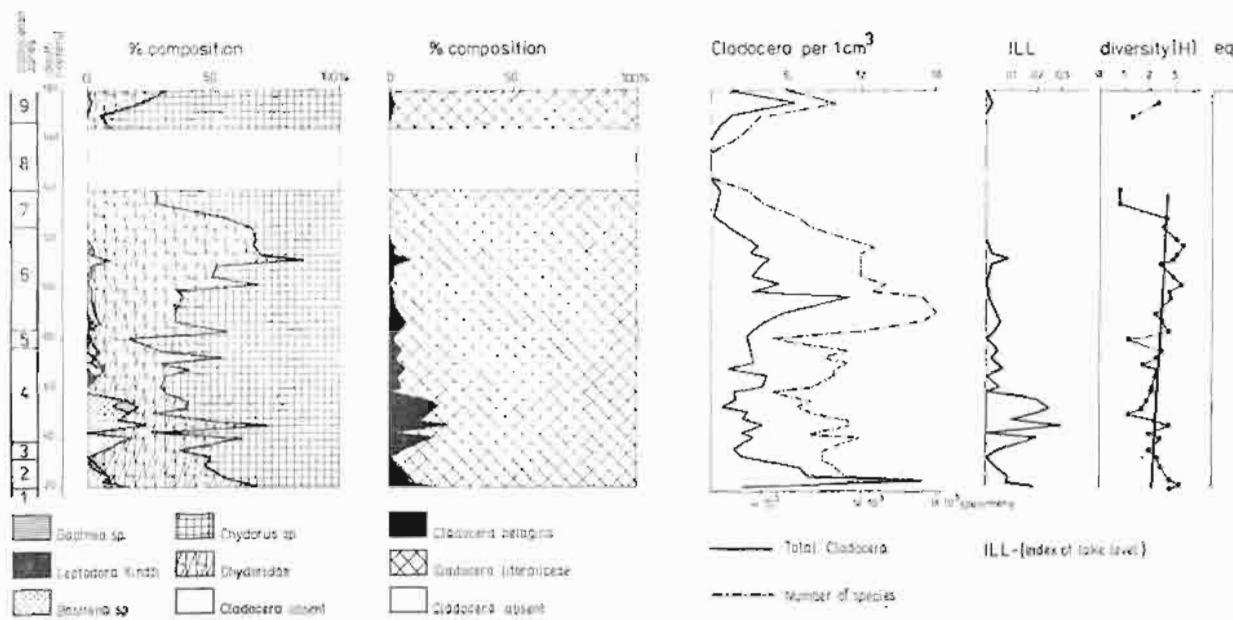


Fig. 14. Diagramy jakościowego i ilościowego rozmieszczenia pelagicznych i litoralnych gatunków Cladocera w profilu Niechorze I-bis.
Fig. 14. Quantitative and qualitative distribution of pelagic and littoral Cladocera in the profile Niechorze I-bis.

Index ILL niski, nie przekracza wartości 0,3, a zatem zbiornik ten zawsze był bardzo płytki. Dominowały w nim gatunki litoralne, pelagiczne zaś osiągnęły wartość 25% jedynie w poziomie 45 cm od spągu (fig. 14).

Historia rozwoju zbiornika Niechorze I

W przebadanych osadach późnoglacjalnych i holoceńskich stwierdzono obecność 33 gatunków Cladocera, a także statoblasty mszywiołów, narządy gębowe larw owadów żyjących w wodzie. Zespół wioślarek wskazuje na mały, wypłycający się zbiornik jeziorny, o przeważającej strefie litoralnej. Potwierdza to także brak gatunków charakterystycznych dla rzek i wielkich jezior. Wszystkie gatunki żyją współcześnie. Cały zespół fauny jest zespołem wodnym i należy go uznać za autochtoniczny. Można zatem stwierdzić, że sedymentacja badanych osadów odbywała się w środowisku słodkowodnym.

Przeprowadzona analiza jakościowa i ilościowa pozwoliła na wydzielenie 9 faz (fig. 13) rozwoju planktonu wioślarkowego. Wzmożony rozwój gatunków *Chydorus sphaericus*, *Acroperus harpae*, *Alona affinis* wskazuje, że fazy 1, 3, 7 są fazami, w których sedymentacja odbywała się w klimacie chłodnym. Symptomy nieco chłodniejszego klimatu wykazywała krótkotrwała faza 5. Bardzo niekorzystne warunki dla rozwoju fauny planktonicznej wykazuje faza 7, być może związane było to ze znacznym ochłodzeniem. Wzmożony rozwój *Camptocercus rectirostris*, *Pleuroxus* sp., *Alona quadrangularis* wskazuje, że w fazach 2, 4, 6, 8, 9 sedymentacja odbywała się w klimacie cieplejszym. W zbiorniku Niechorze I okresami o najbardziej dogodnych warunkach dla rozwoju Cladocera były fazy 2 i 6. Bogactwo gatunkowe i liczba osobników zarejestrowana w fazie 2 nasuwają przypuszczenie, że była to faza najbardziej zróżnicowana w skali całego późnego glacjału. Skład gatunkowy planktonu świadczy o przeobrażeniu zbiornika, sugeruje korzystne warunki klimatyczne, a także obecność rozwiniętej strefy litoralnej.

Z analizy litologicznej profilów Niechorze I i Niechorze I-bis wynika, że osady tej fazy sedymentowane były w interstadiale Bølling. Jednoczesne występowanie gatunków zimnolubnych i ciepłolubnych (nie wykluczających się nawzajem) pozwala przypuszczać, że w tym okresie panował klimat umiarkowanie ciepły, a w zbiorniku panowały warunki maksymalnie korzystne dla biologicznego rozwoju.

Także faza 6 przez liczny gatunkowo plankton wskazuje na klimat podobny do fazy 2. Rozwój większej liczby gatunków z grupy „jeziornych" i „pół-jeziornych" nasuwa przypuszczenie, że w czasie rozwoju tej fazy istniały okresy bardziej suchego klimatu, co sprzyjało większemu rozwojowi litoralu.

W osadach z głębokości 140—165 cm nie zanotowano obecności żadnych elementów faunistycznych, jedynie nieliczne ziarna pyłku i szczątki roślin. Zbiornik zapewne uległ zupełnemu wysuszeniu, a warstwa osadów jest

prawdopodobnie naniesiona z pobliskiego terenu, podczas wilgotnego okresu, być może atlantyckiego.

Wilgotność klimatu spowodowała odrodzenie się zbiornika na bardzo krótki czas, w którym sedymentowane były torfy z zawartością litoralnych Cladocera. Zbiornik stopniowo przekształcał się w torfowisko, które pod koniec subborealu uległo zasypaniu przez piaski eoliczne, co zakończyło jego rozwój.

Śledząc rozwój flory i fauny oraz porównując wyniki analizy palinologicznej z profilu Niechorze I (Brykczyńska 1978), analizy diatomologicznej obydwu profilów (Marciniak 1981b) (fig. 15) i analizy szczątków Cladocera z profilu Niechorze I-bis, od pojawienia się szczątków przez sukcesywne ich wzbogacanie do optimum rozwoju i końcowe stadium zubożenia, zauważa się zależność między zmianami w zespołach flory i fauny. Wzrost zawar-

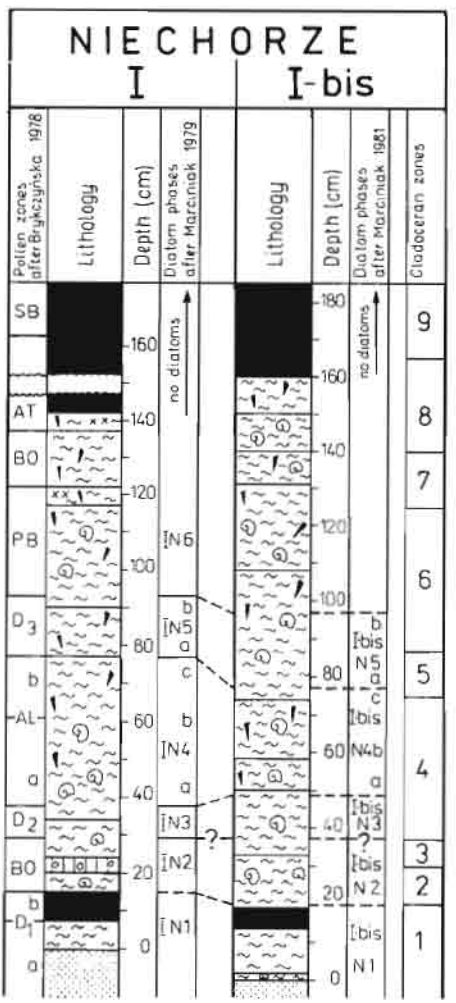


Fig. 15. Rozpoziomowanie biostratygraficzne osadów jeziornych z profili Niechorze I i Niechorze I-bis na podstawie ziarn pyłków, okrzemek (wg Marciniak 1982) i wioślarek (objaśnienia jak dla fig. 3).
Fig. 15. Biozonation of the lake sediments of Niechorze I and Niechorze I-bis profiles on the basis of pollen grains, diatomes (after Marciniak 1982) and Cladocera (for explanations see fig. 3).

tości pyłku roślin wodnych odpowiada wzrostowi liczebności gatunków litoralnych, zwłaszcza z grupy „jeziornych" i „pół-jeziornych".

W rozwoju zbiornika stwierdzono także zależność zespołu plankterów od warunków ekologicznych i klimatycznych. Porównując fazy rozwoju Cladocera w zbiorniku z profilu Niechorze I-bis z wydzielonymi okresami klimatycznymi Niechorze I (Brykczyńska 1978) można wnioskować, że fazy rozwoju Cladocera odpowiadają zmianom klimatycznym, a zatem poszczególnym okresom późnego glacjału i holocenu.

Profil Niechorze IVb

Profil Niechorze IVb jest usytuowany 1,8 km na SWS od profilu Niechorze I-bis, na obszarze torfowiskowym obecnie zmeliorowanym. Torfowisko to utworzyło się w rozległym (ok. 0,5 km ⌀) obniżeniu wytopiskowym po martwych lodach, które od S łączy się z torfowiskami szerokiej i płaskiej doliny wód wytopiskowych o przebiegu równoleżnikowym, zwanej w literaturze pradoliną przymorską (Kopczyńska-Lamparska 1980).

Miąższość osadów odwierconych szapą na torfowisku wynosiła ok. 6 m. Wyniki analizy palinologicznej datują osady te (sonda a — profil o miąższości ok. 5 m) na okres od preborealu do subatlantyku, zaś wyniki analizy ^{14}C (sonda c) (Pazdur 1980) przedstawiają się następująco: dla głębokości 2,70—2,55m — 4600 ± 65 B.P. (Gd-1098), 2,15—2,0m — 4335 ± 80 B.P. (Gd-1097), 1,15—1,0 m — 3655 ± 65 B.P. (Gd-1096).

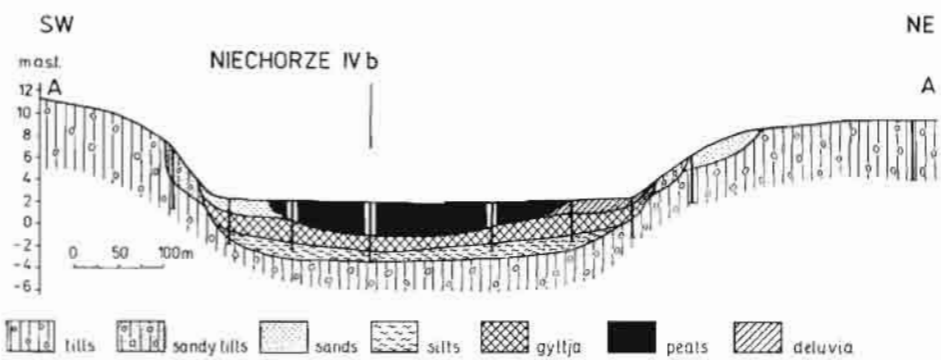


Fig. 16. Przekrój geologiczny przez kopalne jezioro Niechorze IV (wg Więcławek 1982).
Fig. 16. Geological section of the fossil lake Niechorze IV (after Więcławek 1982).

Osady podścielające torfowisko Niechorze IV są reprezentowane głównie przez mułki, gytie i torfy (fig. 16). Poniżej podany makroskopowy opis warstw serii organogenicznej Niechorze IVb opracowała szczegółowo Kopczyńska-Lamparska (1978, materiały nieopublikowane):

0,00—1,35 m torf czarny, lekki,
1,35—1,40 m torf brązowy, kawałki drewna,
1,40—1,95 m torf czarny lekki,

1,95—2,35 m luka (zmyte z szapy),
2,35—3,00 m torf czarny, lekki,
3,00—3,35 m gytia torfiasta, czarna, lekka, mazista z pokruszonymi skorupkami mięczaków,
3,35—4,15 m gytia czarno-oliwkowa z pokruszonymi skorupkami mięczaków,
4,15—4,50 m gytia oliwkowa z małą zawartością skorupek mięczaków,
4,50—4,65 m mułek oliwkowy z czarnymi plamami (torf?),
4,65—4,80 m mułek oliwkowy ze skorupkami mięczaków,
4,80—5,00 m mułek oliwkowy jasnobeżowo-oliwkowy z bardzo rzadko występującymi skorupkami mięczaków,
5,00—5,30 m mułek oliwkowy ze skorupkami mięczaków,
5,30—5,55 m glina spływowa, pseudozwałowa, silnie zapiaszczona, pojedyncze fragmenty detrytusu skorupek mięczaków.

Osady z torfowiska (na zapleczu zbiornika Niechorze I) są osadami młodymi, na co wskazują podane wyżej wyniki datowania metodą ^{14}C. Uzupełniają one profil Niechorze I o brakujące osady późnoholoceńskie.

Do analizy szczątków Cladocera pobrano próbki w odstępach 5—10 cm. Przygotowano i zbadano 52 próbki. Wyniki przedstawiono graficznie na wykresach i diagramie (fig. 17, 18) oraz w zestawieniu tabelarycznym (Tab. 5).

Stwierdzono tu obecność 35 gatunków z pięciu rodzin: Bosminidae, Daphnidae, Chydoridae, Sididae i Leptodoridae.

Zawarte w osadach szczątki były stosunkowo dobrze zachowane. Krzywe bezwzględnej frekwencji (fig. 18) wskazują, że plankton wioślarkowy osadzał się nieprzerwanie od 5,5 m do 3 m, tj. do okresu, w którym zaczął intensywnie tworzyć się w zbiorniku torf. W czasie odkładania się torfów mszystych, turzycowych i drzewnych nie zanotowano prawie zupełnie obecności bezkręgowców. Na uwagę zasługuje fakt, że Cladocera w osadach torfowiska występowały bardzo nielicznie, w porównaniu z poprzednio omówionymi profilami ze zbiorników kopalnych Polski północnej. Pewne ślady szczątków plankterów pojawiają się w osadach torfowych od głębokości około 1 m ku górze. Obecność kosmopolitycznego *Chydorus sphaericus*, a także *Pleuroxus trigonellus* sugeruje podniesienie się poziomu wody przynajmniej na tyle, że mogły się tam utrzymać gatunki litoralne. Wspomniana krzywa frekwencji Cladocera wykazuje trójfazowość przechodząc w stopniowy spadek aż do zaniku plankterów, świadczący o degradacji zbiornika jeziornego.

Zmiany frekwencji fauny pozwoliły na wydzielenie 5 faz rozwoju.

Faza 1 (5,50—5,20 m) — początek istnienia zbiornika. W osadach występuje glina, z detrytusem skorupek mięczaków oraz nielicznych wioślarek, głównie litoralnych.

Faza 2 (5,20—4,95 m) — okres rozwoju gatunku pelagicznego *Bosmina coregoni* i niezbyt licznie reprezentowanych form litoralnych klimatu chłodnego *Alona affinis*, *Alonella nana*, *Acroperus harpae* oraz *Eurycercus lamellatus*. Analiza palinologiczna wykazuje dominację brzozy i traw (Więcławek 1982) — roślinność klimatu chłodnego i wilgotnego.

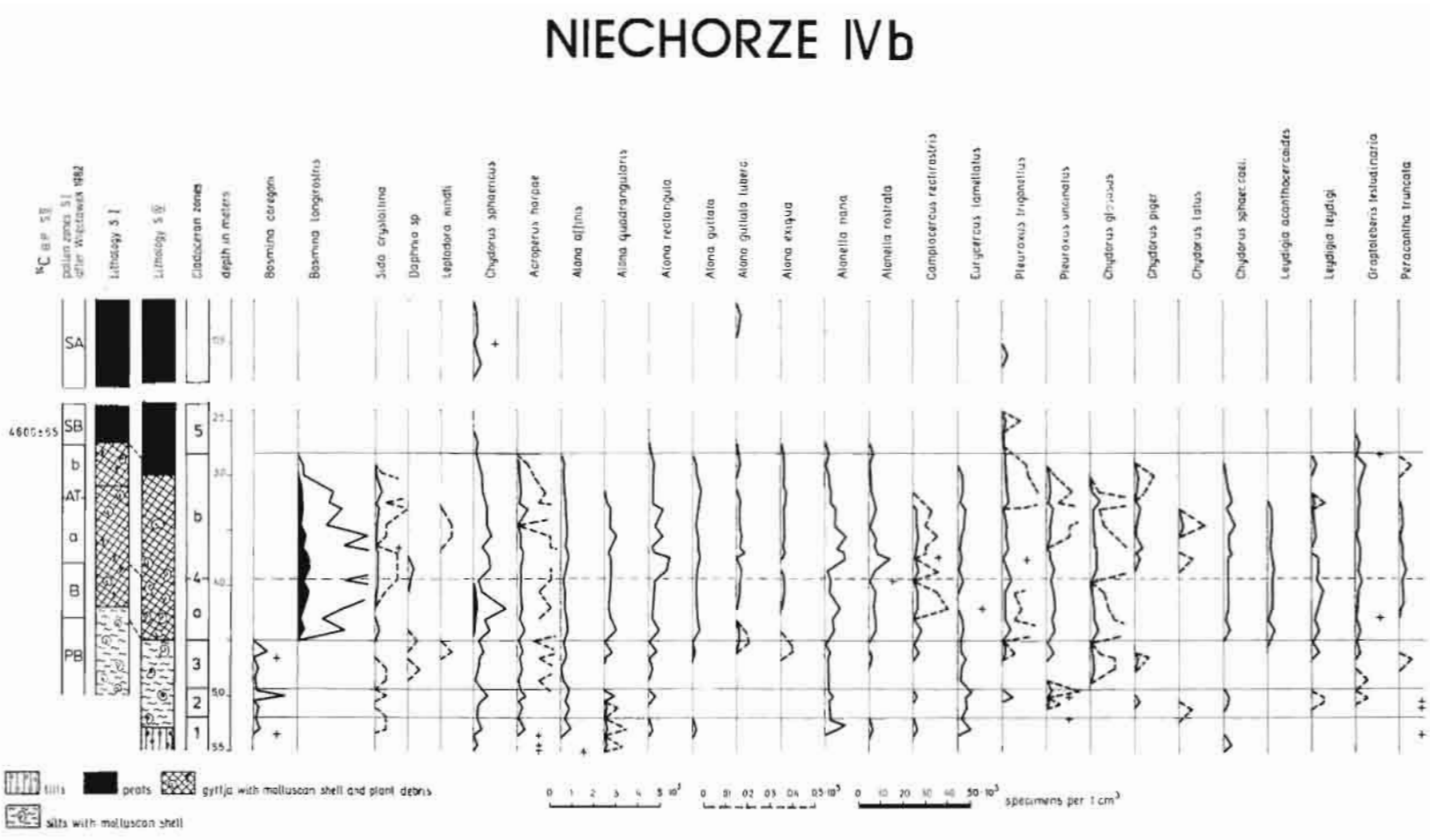


Fig. 17. Rozprzestrzenienie wioślarek w osadach profilu Niechorze IVb.
Fig. 17. Distribution of the Cladocera in the profile Niechorze IVb.

Faza 3 (4,95—4,50 m) — liczebnie uboga w plankton. W fazie tej występują po raz pierwszy *Alona quadrangularis*, *A. rectangula*, gatunki z rodzaju *Leydigia* i *Pleuroxus* (fig. 17). Pojawienie się tych gatunków sugeruje poszerzenie się strefy litoralnej zbiornika, co wynika także z diagramu palinologicznego; szeroko rozwijały się: *Potamogeton*, *Myriophyllum* i *Nuphar*. Zanotowano spadek form preferujących klimat chłodny, zaś pod koniec fazy pojawił się w planktonie ciepłolubny gatunek — *Camptocercus rectirostris*. Granica tej fazy przypada na zmianę litologiczną (mułek przechodzi w gytię).

Faza 4 (4,50—2,80 m) — faza intensywnego rozwoju zbiornika. Gatunek pelagiczny *Bosmina coregoni* ustąpił zupełnie na rzecz eutroficznego *B. longirostris*. Maksymalny rozwój osiągnęły typowe formy litoralne, jak *Chydorus sphaericus*, *Alona rectangula*, *A. guttata*, *Alonella nana*, *A. rostrata* i wspomniany już ciepłolubny *Camptocercus rectirostris*. Krzywa frekwencji (fig. 17) gatunków w czasie trwania fazy 4 wykazują pewną dwufazowość, co przyczyniło się do podzielenia fazy 4 na dwie podfazy:

podfaza a (4,50—3,95 m) — dominacja *Chydorus sphaericus* i *Bosmina longirostris*,

podfaza b (3,95—2,80 m) — dominacja *Bosmina longirostris* i gatunków z grupy „jeziornych" i „pół-jeziornych".

Podobnego obrazu dostarczyła analiza pyłkowa (Więcławek 1982), na podstawie której w okresie atlantyckim rozróżniono dwie podfazy. W starszej występował wyraźny rozwój roślinności wodnej, zaś w młodszej istotnego znaczenia nabierała roślinność błotna i szuwarowa. Pod koniec fazy uwidoczniła się tendencja spadkowa wszystkich plankterów, aż do zupełnego ich zaniku, a zatem nastąpiła degradacja zbiornika jeziornego. Zmiany w litologii polegają na przejściu gytii w torfy.

Faza 5 (2,80—? m) — jest okresem sedymentacji torfów. Brak szczątków bezkręgowców, których ślady zanotowano dopiero w warstwie najpłytszej od głębokości około 0,90 m do powierzchni. W skład torfów wchodzą rośliny niskotorfowe: mszaki, turzyce, drzewa (wstępne wyniki analizy makroszczątków — mgr M. Nosek UW). Diagram pyłkowy wskazuje, że tworzenie się tych torfów trwało przez okres subborealny aż po subatlantycki włącznie. Ochłodzenie się i zwilgotnienie klimatu w okresie subatlantyckim ma odzwierciedlenie w wynikach analizy Cladocera. W torfach powstałych w tym okresie notowano obecność szczątków Chydoridae. Przystosowywanie ziem pod uprawy przez osiadłą tam ludność — przeprowadzenie melioracji podmokłych gruntów — nie sprzyjały odrodzeniu się i rozwojowi zbiornika. Dzisiaj teren ten pokryty jest łąkami (roślinność torfowisk niskich) i podmokły.

Interpretacja danych. — Krzywa różnorodności nachylona zgodnie z teoretycznymi rozważaniami Mac Arthura (Typ I) (King 1964) świadczy o harmonijnym rozwoju i dojrzewaniu biocenozy zbiornika — od początkowego stadium istnienia zbiornika jeziornego po jego eutrofizację aż do

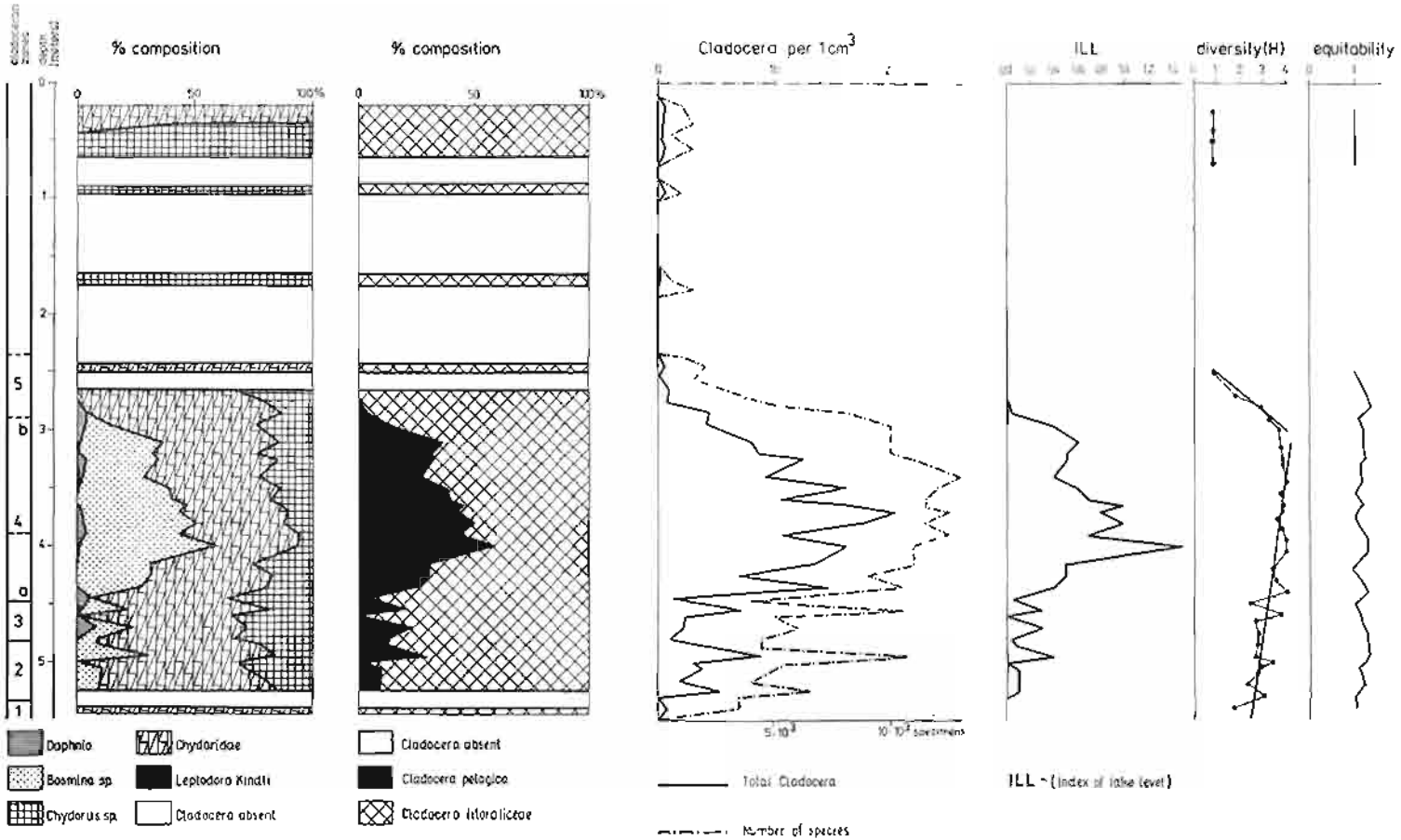


Fig. 18. Diagram jakościowego i ilościowego rozprzestrzenienia pelagicznych i litoralnych gatunków Cladocera w profilu Niechorze IVb.
Fig. 18. Quantitative and qualitative distribution of pelagic and littoral Cladocera in the profile Niechorze IVb.

zarośnięcia i przekształcenia się w torfowisko niskie. Krzywa równomierności bliska 1 potwierdza tę harmonijność. Wyliczone parametry różnorodności Chydoridae osiągają wartości:

różnorodność diversity (H) $\bar{y}$		— 2,5688
równomierność equitability $\bar{\varepsilon}$		— 1,1134
prosta aproksymująca approximating line $\hat{y}$	a	— 0,0597
	b	— 14,0224
błąd standardowy standard deviation σ		— 0,1857

Bardzo mały błąd standardowy wskazuje na dużą dokładność wyliczonych parametrów, czyli potwierdza niezaburzony rozwój zbiornika. Krzywa ILL (fig. 18) jest poniżej wartości 1, jedynie w okresie rozwoju eutroficznego gatunku, *Bosmina longirostris*, wzrosła do 1,5, co nieco zakłóca obraz wahania poziomu wód.

Historia rozwoju zbiornika Niechorze IV

W zbiorniku stwierdzono obecność 35 gatunków Cladocera należących do pięciu rodzin. Skład gatunkowy planktonu i frekwencja gatunków wskazują, że zbiornik miał charakter jeziora — od spągu do głębokości 3 m od powierzchni, tj. do momentu początku odkładania się torfów (fig. 19). Z chwilą rozpoczęcia powstawania torfów zbiornik jeziorny przekształcił się w typowe torfowisko niskie, nie posiadające odpowiednich warunków dla rozwoju fauny planktonowej. Skład gatunkowy i liczebność osobników ma związek z litologią osadów. Największą zawartość Cladocera notowano w gytii, mniej w mułkach, brak ich prawie w osadach torfowych. Z porównania wyników analizy Cladocera z wynikami analizy palinologicznej (Więcławek 1982) wynika, że wydzielone fazy rozwoju Cladocera odpowiadają fazom klimatycznym (fig. 17). Fazy 1 i 2 rozwoju Cladocera związane są z klimatem chłodniejszym, zwłaszcza faza 1 i pierwsza połowa fazy 2, kiedy to zbiornik wykazywał cechy jeziora z rozwiniętą strefą pelagiczną. Fazy: 3,4, 5 związane są z okresami klimatu cieplejszego, na co wskazuje w fazie 3 zanotowany spadek frekwencji form klimatu chłodnego i pojawienie się *Camptocercus rectirostris* uznanego za wskaźnik klimatu ciepłego; obecność pyłku bluszczu (Więcławek 1982) także świadczy o ciepłym klimacie. Intensywny rozwój gatunków litoralnych sugeruje podczas fazy 3 klimat bardziej suchy, powodujący spłycenie zbiornika. Rozwój strefy litoralnej potęgowany był w okresie rozwoju fazy 4 (mimo wilgotniejszego klimatu), kiedy w zbiorniku wystąpił stopniowy, stały proces eutrofizacji. Oprócz maksymalnego rozwoju eutroficznej formy *Bosmina longirostris*, w planktonie szeroko rozwinęły się gatunki litoralne z grupy „jeziorne" i „pół-jeziorne", co było następstwem rozwoju roślinności błotnej i szuwa-

rowej, prowadzącej do zarastania swobodnej powierzchni wody. Postępująca eutrofizacja i rozwijająca się strefa litoralna doprowadziły do degradacji jeziorka. W trzymetrowej warstwie torfów nie notowano szczątków Cladocera, ślady ich zaobserwowano jedynie poniżej głębokości 0,90 m od powierzchni. Ich obecność, a zwłaszcza kosmopolitycznego gatunku *Chydorus sphaericus*, sugeruje, że torfowisko, od tego okresu do dnia dzisiejszego, charakteryzuje się znaczną zawartością wody (teren obecnie bardzo podmokły).

Porównanie ewolucji zbiorników Niechorza

Otrzymane wyniki analizy Cladocera dwóch sąsiednich kopalnych zbiorników Niechorze I i Niechorze IV, oddalonych od siebie o około 1,8 km, różnią się znacznie. Zbiorniki te mają odmienny charakter, a także różny okres sedymentacji osadów. Osady zbiornika Niechorze I głównie prezentują późny glacjał, zaś Niechorze IV holocen, stanowiąc kontynuację historii Niechorza I. Jezioro Niechorze I nie było nigdy zbiornikiem eutroficznym, a ewolucja jego zahamowana została przez zasypanie piaskami eolicznymi, zaś Niechorze IV było głównie zbiornikiem eutroficznym dochodzącym do naturalnego biologicznego zarośnięcia. Duży wpływ na ewolucję tych zbiorników miało ich położenie (bliskość wybrzeża morskiego: Niechorze I; rozległe, zaciszne obniżenie wytopiskowe: Niechorze IV), a także wpływ wilgotnego i wietrznego klimatu morskiego, co głównie zaznaczyło się w zbiorniku Niechorze I. Wyniki analiz tych dwóch zbiorników stanowią materiał nieporównywalny, są jedynie dokumentacją dla rekonstrukcji rozwoju tych zbiorników i zmian klimatycznych bliskiego im otoczenia.

SUKCESJA CLADOCERA NA TLE OKRESÓW KLIMATYCZNYCH

Analiza szczątków Cladocera pozwala przedstawić uwarunkowania ekologiczno-klimatyczne, w jakich rozwijały się biotopy jeziorne koło Niechorza w późnym glacjale oraz Worytów w interstadiale Alleröd.

Późny glacjał

Niechorze I jest pierwszym na Pomorzu Zachodnim stanowiskiem dokumentującym w pełni późny glacjał:

1. *Najstarszy dryas.* — Okres ten charakteryzował się ostrym, chłodnym klimatem. Osady z tego okresu są reprezentowane w profilu Niechorze I przez mułki piaszczyste pokryte warstewką torfu datowanego na 12 920 ± 330 B.P. W torfie z profilu I-bis zanotowano ślady obecności *Chydorus sphaericus*.

2. *Iølling.* — Skład gatunkowy i liczebność wioślarek w tym okresie w zbiorniku Niechorze I nie są reprezentatywne dla całego obszaru, zwłaszcza że zbiornik ten był bardzo mały — nie przekraczał najprawdo-

podobniej 50 m średnicy, a zatem był zbyt małym biotopem, aby mógł reprezentować warunki ogólne. Nagły, stosunkowo duży wzrost frekwencji plankterów zanotowany w tym okresie nie koniecznie ściśle odpowiada zmianie klimatu, może być spowodowany obniżeniem poziomu wody, a tym samym wzrostem liczebności osobników litoralnych. Duża liczba gatunków, a także obecność *Camptocercus rectirostris*, nie notowanego w młodszych okresach późnoglacjalnych, podkreśla jednak korzystne warunki klimatyczne. Osady pochodzące z tego okresu były analizowane na terenie Anglii, w jeziorze Blelham Tarn (Harmsworth 1968*a*). Uzyskane z tego jeziora wyniki dają jednak nieco odmienny obraz klimatu interstadiału Bølling. Stwierdzono tam ubogi skład gatunkowy, przede wszystkim gatunki zimnolubne, podobnie jak w starszym dryasie. Ta rozbieżność wyników może być spowodowana lokalnymi różnicami klimatycznymi, a także różnicą biotopów, trudno przy tym dokładnie interpretować, ze względu na brak większej ilości badań.

3. *Starszy dryas.* — Był to krótkotrwały okres chłodny, nie zawsze w osadach wyraźnie rozpoznawalny na podstawie flory czy fauny. W osadach zbiornika Niechorze I-bis okres ten reprezentują jedynie gatunki zimnolubne: *Chydorus sphaericus*, *Acroperus harpae*, *Alona affinis*. Podobny skład wioślarek w tym okresie stwierdziła Brodniewicz (1979) w osadach zbiornika z klifu nadmorskiego koło Ustki, a także Harmsworth (1968*a*) w osadach jeziora Blelham Tarn w Anglii.

4. *Alleröd.* — Okres ten jest lepiej udokumentowany wynikami analiz florystycznych i faunistycznych. Powstała w nim większość zbiorników jeziornych Polski północnej. Charakteryzują go wioślarki zanotowane w osadach Wielkiego Jeziora Woryckiego i Niechorze I. Skład gatunkowy w tych stanowiskach jest podobny. Na uwagę zasługuje nieobecność rodzaju *Alona* w interstadiale Alleröd w osadach jeziora woryckiego. Jest to zjawisko nietypowe, ponieważ gatunki tego rodzaju występują masowo we wszystkich typach zbiorników. Frekwencja wioślarek wykazuje dwufazowość, na podstawie której wydzielono w interstadiale Alleröd podfazę cieplejszą i chłodniejszą. Druga różnica w składzie gatunkowym w obydwu jeziorach to krótkotrwałe pojawienie się *Bosmina longirostris* w jeziorze woryckim (profil 82), co wskazywałoby na nieco dogodniejsze warunki dla rozwoju planktonu w tym zbiorniku. Tłumaczyć to można dogodniejszymi warunkami położenia tegoż jeziora (brak bezpośredniego wpływu morza). Wioślarki wykazują małą różnorodność gatunkową, zwłaszcza w osadach zbiornika Niechorze I. Podobnie małe zróżnicowanie dały wyniki analizy geochemicznej (Cieśla i in. 1982). Przypuszczalnie rozwój zbiornika w omawianym okresie nie podlegał większym zaburzeniom. Zbliżony skład gatunkowy z dominacją gatunków strefy litoralnej stwierdzili: Goulden (1964) w jeziorze Estwaith, De Costa (1968) w jeziorze Whimpy (Wind River Mountains) oraz Whiteside (1970), który stwierdził w jeziorze Grane Langsø (Dania) obecność *Alona affinis*, *Chydorus sphaericus*, *Acroperus*

harpae, *Alonella nana* i *Alona quadrangularis*. Odmienny był charakter zespołu w osadach jezior północno-zachodniej części Niziny Niemieckiej, gdzie w okresie tym dominował gatunek oligotroficzny *Bosmina longispina*, a stosunek form litoralnych do pelagicznych wynosił 2:3 (Hofmann 1982).

5. *Młodszy dryas.* — Okres chłodny zarejestrowany w zbiornikach Niechorza i Worytów. W tym okresie zanotowano głównie obecność *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis*, *Acroperus harpae* oraz w śladowych ilościach gatunek pelagiczny, *Bosmina coregoni*.

Podobne wyniki analizy Cladocera otrzymano dla osadów jeziora Esthwaith (Goulden 1964). W osadach jeziora Blelham Tarn (Harmsworth 1968*a*) w okresie młodszego dryasu Cladocera są prawie nieobecne — występują jedynie sporadycznie — *Chydorus sphaericus* i *Acroperus harpae*. Podobne dane uzyskał dla jezior szwedzkich Ekman (1904). O bardzo ubogiej faunie w młodszym dryasie wspomina Frey (1964). Uważa on, że jest to okres najmniejszej frekwencji Cladocera w okresie późnoglacjalnym. Odmienny obraz przedstawia Hofmann (1982) dla jezior północno-zachodniej części Niziny Niemieckiej, w młodszym dryasie stwierdził on tam obecność ciepłolubnego gatunku *Camptocercus rectirostris* oraz bardzo liczne występowanie *Alonella nana*. Fakt ten może mieć znaczenie dla interpretacji warunków klimatycznych młodszego dryasu w okolicach Morza Bałtyckiego. Wnioskując z charakteru fauny Cladocera w osadach zbiornika z klifu nadmorskiego (Niechorze I-bis) okres ten nie wykazuje ociepleń.

Holocen

Na terenie Polski północnej Cladocera są reprezentowane we wszystkich okresach holocenu: preborealu, borealu, atlantyku, subborealu i subatlantyku.

Charakterystyka jezior Polski północnej oparta jest na wynikach analiz szczątków Cladocera z osadów jezior: Jeziorak (Mikulski 1976, 1977), Gopło (Mikulski 1978*b*, Bilska i in. 1979), Gacno (Mikulski — informacja ustna), Wigry (Czeczuga i in. 1977), Wiżajny (Czeczuga i in. 1970), Niechorze I, Niechorze IV, Woryty — Jezioro Wielkie i Małe (Szeroczyńska 1981, Pawlikowski i in. 1982).

Zbiorniki te prezentują różnorodne biotopy, co pozwoliło prześledzić historię jezior od oligotroficznych (Wigry, Wiżajny) poprzez eutroficzne (Gopło, Woryty) aż do torfowiska niskiego (Niechorze IV).

Skład gatunkowy w zbadanych zbiornikach jest zgodny z typologią jezior. Gromadzenie szczątków Cladocera trwało nieprzerwanie od młodszego dryasu aż po czasy współczesne w jeziorach Wigry, Wiżajny, Gopło i Jeziorak. W osadach Niechorze I (profil I-bis) występuje przerwa w gromadzeniu szczątków Cladocera trwająca około 4000 lat, przypadająca najprawdopodobniej na okres borealny i częściowo atlantycki (zbiornik

jeziorny w tym okresie uległ prawdopodobnie wyschnięciu. Fauny Cladocera nie notowano w zbiorniku torfowym Niechorze IV od okresu przeobrażenia się zbiornika jeziornego w torfowisko niskie, tj. od okresu subborealnego. Warunki klimatyczne określone na podstawie sukcesji Cladocera, we wszystkich omawianych zbiornikach, są zbieżne z danymi klimatycznymi podawanymi dla holocenu na terenie Polski Północnej przez Kondrackiego (1972), Czeczugę (1965, 1975), Starkla (1977) i Różyckiego (1972).

Gatunkami dominującymi w okresie preborealnym, charakteryzującym się klimatem stosunkowo chłodnym i suchym (Starkel 1977), były gatunki zimnolubne *Chydorus sphaericus*, *Acroperus harpae* i *Alona affinis* oraz formy pelagiczne, zwłaszcza *Bosmina coregoni*. W jeziorach niezbyt głębokich o rozwiniętej strefie litoralnej (Jeziorak, Gopło, Woryty) obserwuje się dość znaczny rozwój gatunków litoralnych, po wytopieniu się martwych lodów w holocenie.

Zależność składu gatunkowego wioślarek od położenia geograficznego w okresie preborealnym uwidaczniają analizy wykonane dla jezior północno-wschodnich i północno-zachodnich. W jeziorach północno-wschodnich notuje się skład gatunkowy związany z surowszymi warunkami klimatycznymi, zaś w północno-zachodnich z łagodniejszymi, sprzyjającymi szybszej eutrofizacji. Pewną zależność tego typu można obserwować nawet w obrębie jednego jeziora. Osady jeziora Wigry (Czeczuga i in. 1977) zawierają w różnych częściach jeziora różny skład gatunkowy: profil usytuowany w części północnej zawiera faunę bardziej eurytermiczną niż w części południowej. Jezioro Gopło, położone bardziej na zachód i na południe od jezior badanych, już w preborealu charakteryzowało się stosunkowo dużą zawartością eutroficznego gatunku *Bosmina longirostris* (Bilska i in. 1979).

Podobny skład gatunkowy w preborealu stwierdzili: Goulden (1964) w jeziorze Esthwaite Water, Harmsworth (1968*a*) w jeziorze Blelham Tarn, DeCosta (1968*a*) w jeziorze Whimpy, Whiteside (1970) w jeziorze Esrøm oraz Hofmann (1982) w jeziorach północno-zachodniej części Niziny Niemieckiej, z tym że dominującym tam gatunkiem pelagicznym był typowy dla jezior niemieckich gatunek *Bosmina longispina*.

Frekwencja Cladocera w następnych okresach holocenu była skorelowana ze zmianami klimatu. W okresach ciepłych notowany jest wzrost liczebności plankterów, zwłaszcza z rodzajów *Alona*, *Chydorus*, *Pleuroxus*, *Leydigia*, oraz takich gatunków, jak *Camptocercus rectirostris*, *Graptoleberis testudinaria* oraz *Monospilus dispar*, zaś w chłodniejszych — ich spadek, gdy dominują *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis*, *Acroperus harpae* i *Bosmina* sp. Zmienność frekwencji zanotowana przez różnych autorów bywa ściśle związana nie tylko ze zmianami klimatycznymi i typologią jezior, ale także z wpływem człowieka, którego interwencję odczytywano na podstawie wzmożonej indukowanej eutrofizacji. Według większości

autorów zanotowany wzrost eutrofizacji przypada na okres subborealny i subatlantycki, kiedy to następowało główne zasiedlenie terenów wokół jezior. Zjawisko takie odczytywane często bywa na podstawie sukcesywnego ustępowania z planktonu *Bosmina coregoni*, na rzecz *Bosmina longirostris*, wskaźnika wzmożonej eutrofizacji (Goulden 1964; Deevey 1969*b*; Alhonen 1970*a*, *b*, 1972; Bilska i in. 1979; DeCosta 1968*a*; Szeroczyńska 1981).

Skład gatunkowy Cladocera w holoceńskich osadach niezbyt głębokich jezior z terenów Polski północnej (Woryty, Niechorze I, Jeziorak, Gopło), wykazuje duże podobieństwo do składu notowanego w osadach jezior fińskich i duńskich (Alhonen 1967, 1969, 1970*a*, *b*, 1971, 1972; Frey 1962; Whiteside 1970). Dominowały tam także gatunki litoralne z rodziny Chydoridae, co sugeruje, że w holocenie klimat Polski północnej był podobny do panującego na południowych terenach skandynawskich. Większość badaczy tłumaczy zmieniający się stosunek form litoralnych do pelagicznych zjawiskiem pogłębiania się lub spłycania zbiorników, także związanym, między innymi, ze zmianami klimatycznymi. Różni autorzy notowali pogłębianie się zbiorników na terenie Polski i Europy w okresie atlantyckim (Goulden 1964, Czeczuga 1975, Mikulski 1976, Hofmann 1982, Szeroczyńska 1981) i częściowo w subborealu, zaś spłycanie w borealu i górnym subatlantyku (Czeczuga 1965, 1975; Frey 1961*b*; Alhonen 1970; Goulden 1964).

W większości zbiorników, gdzie przebadano osady późnoglacjalne i holoceńskie, zaobserwować można nagły wzrost zawartości Cladocera, liczby gatunków i ich frekwencji, na granicy między późnym glacjałem i holocenem, kiedy to w fazach cieplejszych Cladocera osiągnęła swój maksymalny rozwój.

UWAGI O ZMIENNOŚCI NIEKTÓRYCH GATUNKÓW CLADOCERA

Cladocera osadów organogenicznych w profilach zbiorników słodkowodnych z Niechorza i Worytów były zachowane w postaci szczątków subfosylnych. Przy oznaczaniu gatunkowym niekiedy napotykano na trudności, ponieważ opracowania systematyczne dotyczące Cladocera podają wymiary części szkieletowych stosunkowo ściśle określone, jako jedną z cech gatunku, co nie zawsze pokrywa się z wielkościami skorupek obserwowanymi w badanych osadach. Opracowania dotychczasowe nie uwzględniają różnic w morfologii wylinek różnych stadiów rozwojowych, a także zmienności spowodowanej różnicą biotopów, co również ma wpływ na rozmiary skorupek.

Rodzina Bosminidae

Z rodziny tej notowano obecność *Bosmina longirostris*, *B. coregoni*, *B. longispina* i *B. reflexa*. *Bosmina coregoni* nie była rozdzielana na pod-

gatunki, ponieważ skorupki często miały uszkodzony kolec (mucro), co znacznie utrudniało oznaczanie. Dużą trudność napotykano przy oznaczaniu *Bosmina longispina*, która przez niektórych autorów opisywana była jako podgatunek *Bosmina coregoni* (Ekman 1904), zaś przez Hofmanna (1978*b*) jako gatunek. Cechy przyjęte dla gatunku za diagnostyczne (Hofmann 1978*b*) wydają się niewystarczające (krótkie antenule z nielicznymi członami, kształt kolca oraz pory głowowe typowe dla *Bosmina coregoni*), ponieważ nie pozwalają bezwzględnie oddzielić gatunku od *Bosmina longirostris*. Zdarza się, że w biotopach o bardzo korzystnych warunkach dla rozwoju planktonu (co notowano np. w okresie atlantyckim) wielkość, kształt kolca, a głównie wyrośnięte antenule mające do 15 członów, do złudzenia przypominają *Bosmina longispina*, a różniące je położenie porów głowowych nie zawsze jest dostatecznie widoczne. Ze względu na to, że oba te gatunki reprezentują zupełnie odmienne środowiska, istnieje konieczność dokładnego ich rozróżniania.

Rodzina Chydoridae

Rodzina ta jest reprezentowana przez najliczniejszą grupę gatunków o bardzo charakterystycznej budowie. Wśród gatunków Chydoridae zanotowano różnice w wyglądzie skorupek w obrębie jednego gatunku, zwłaszcza w jeziorach małych (Niechorze I). Przykładem jest ubikwistyczny *Chydorus sphaericus*, gatunek o dużej tolerancji termicznej. Pancerzyki wykazują duże zróżnicowanie wielkości. W okresach korzystnych warunków rozwojowych dochodziły one do bardzo dużych rozmiarów — były niekiedy dwa razy większe niż dotychczas opisywane (Frey 1964).

Dużą trudność w oznaczaniu sprawiały gatunki z rodzaju *Alona*, zwłaszcza te o małych skorupkach. Są one przez różnych autorów często łączone (Jones i in. 1981) oraz często określane jako „small *Alona*". Trudne do rozdzielenia *Alona rectangula* i *Alona guttata*, bywają traktowane łącznie, gdyż różnią się tylko zarysem dolnej części tarczki głowowej. Ich rozdzielanie wydaje się jednak celowe, bowiem *Alona guttata* wyraźniej wykazuje zmiany biotopu.

W osadach z Worytów napotkano tarczki głowowe z rodzaju *Alona* przypominające częściowo *Alona affinis*, lecz posiadające inny kształt głowowych por (pl. 3). W dostępnej literaturze autorka nie spotkała opisu takiej formy. Na tym poziomie badań trudno określić, czy jest to jakaś forma znanego gatunku *Alona*, czy też nowy gatunek, dlatego w niniejszej rozprawie autorka osobnika tego określiła jako *Alona* sp. (?).

Gatunki *Pleuroxus* trudno jest oznaczać na podstawie skorupek tułowiowych mających zmienny kształt oraz zmienną liczbę wyrostków „zębowych" (porównaj Smirnov 1971, 1978; Frey 1962; Flössner 1972). Autorka oznaczała te gatunki głównie na podstawie tarczek głowowych.

Notowany w okresach ciepłych *Camptocercus rectirostris* wykazywał różnice nie tylko w wielkości, ale także strukturze (na skorupce linie ciągłe

lub przerywane) i wykształceniu ząbków na skorupce. W literaturze skorupki tułowiowe *Camptocercus rectirostris* zawsze rysowane bywają 3—4 ząbkami. W badanym materiale ząbków często nie było (pl. 5). Lilljeborg (1900), jedyny autor przedstawiający takie skorupki, charakteryzował je jako *Camptocercus rectirostris biserratus*. Być może skorupki znalezione przez obecną autorkę należą do tego podgatunku.

Identyfikacja pozostałych gatunków stwierdzonych w omawianych zbiornikach nie nastręczała większych trudności, a ich skorupki były dobrze zachowane, zwłaszcza w osadach mułkowych i w gytii.

PODSUMOWANIE

— Skład gatunkowy we wszystkich badanych zbiornikach wskazuje, że były to małe, wypłycające się jeziora. Potwierdza to brak gatunków charakterystycznych dla rzek i wielkich jezior.

— Wszystkie stwierdzone gatunki żyją współcześnie i cały zespół fauny jest zespołem słodkowodnym. Zamieszkują one najczęściej wody stojące zbiorników o bujnej roślinności, lub umiarkowanie zarośniętych.

— Gatunki te mają bardzo szeroki zasięg geograficzny, notowane bywają w Europie jak i w Ameryce Północnej. Zespół gatunków jest jednak najbardziej zbliżony do zespołów z jezior południowych części krajów skandynawskich.

— Odkładanie szczątków plankterów odbywało się przez cały czas istnienia zbiorników jeziornych, co świadczy o nieprzerwanej sedymentacji. Wyjątek stanowi Niechorze I, gdzie zanotowano wyschnięcie zbiornika najprawdopodobniej w okresie borealnym.

— Skład gatunkowy i liczebność Cladocera wykazują korelację z litologią. Największą ilość szczątków wykazywała gytia jeziorna, mniej mułki, a zaledwie ślady zanotowano w glinie soliflukcyjnej. W gytii bardziej torfiastej notowano liczniej gatunki strefy litoralnej.

— Analiza szczątków *Bosmina longirostris* i *Bosmina coregoni* wykazywała współwystępowanie tych gatunków w okresie harmonijnego rozwoju jeziora.

— Gwałtowny wzrost frekwencji *Bosmina longirostris* towarzyszy spadkowi frekwencji *Bosmina coregoni*.

— Podczas wzmożonej eutrofizacji, najczęściej indukowanej, intensywny, nagły rozwój *Bosmina longirostris* zaciera prawidłowy obraz wahań poziomu wód wyznaczony na podstawie indeksu ILL.

— Pomiary szczątków niektórych Cladocera wykazują zmiany wielkości osobników w zależności od warunków ekologicznych.

— Na granicy między późnym glacjałem a holocenem zaobserwowano nagły rozwój Cladocera, co może mieć znaczenie stratygraficzne.

— Fazy rozwoju Cladocera wydzielone na podstawie ich składu gatun-

kowego i fluktuacji frekwencji wykazały zbieżność z fluktuacjami klimatycznymi, wyznaczonymi palinologicznie i metodą ^{14}C.

— Chłodne okresy późnego glacjału (najstarszy dryas, starszy dryas i młodszy dryas) wykazują prawie wyłącznie obecność gatunków zimnolubnych uważanych za „arktyczne" oraz sporadycznie, pelagiczne gatunki, *Bosmina coregoni*.

— Wzmożone etapy eutrofizacji są zbieżne z okresami osadniczymi.

— Parametry różnorodności i równomierności dla jezior, będących pod dużym wpływem czynników allochtonicznych i ulegających silnej eutrofizacji, znacznie odbiegają od przebiegu krzywej Mac Arthura, ponieważ harmonijny rozwój biocenozy i trofii jest zaburzony. Krzywe różnorodności zbliżają się do prostej poziomej, spowodowane jest to małą różnorodnością Chydoridae i dominacją kilku tych samych gatunków.

— Na podstawie dokładnej analizy sukcesji fauny planktonicznej, można próbować korelować profile niedatowane, jeżeli położone są one blisko siebie.

REFERENCES

ADAMSKA, A. and MIKULSKI, J. St. 1969. Cladoceran remains in the superficial sediments of lakes as a typologic indicator. — Z. naukowe UMK, 25, Prace Stacji Limnologicznej w Iławie, 5, 41—48.

ALHONEN, P. 1967. Paleolimnological investigations of three inland lakes in south-western Finland. — *Acta Bot. Fennica*, **76**, 1—59.

— 1969. The developmental history of Lake Inari, Finish Lapland. — *Annal Acad. Scient. Fenn.*, A. III 98, 1—18.

— 1970*a*. The paleolimnology of four lakes in south western Finland. — *Ibidem*, A. III 105, 1—39.

— 1970*b*. On the significance of the planktonic/littoral ratio in the cladoceran stratigraphy of lake sediments. — *Comentat. Biol.*, 35, 1—9.

— 1971. The Flandrian development of the Pand Hyrynlampi, southern Finland, with special reference to the pollen and cladoceran stratigraphy. — *Acta Bot. Fennica*, 95, 1—19.

— 1972. Gallträsket: The geological development and paleolimnology of a small polluted lake in southern Finland. — *Commentat. Biol.*, 57, 1—34.

BILSKA, M. and MIKULSKI, J. St. 1979. Analysis of the population of Bosminidae in the holocenic period of lake Gopło. — *Acta Univ. Nic. Copernici, Limnological papers*, **11**, 47—70.

BIRKS, H. H., WHITESIDE, M. C., STARK, D. M. and BRIGHT, R. C. 1976. Recent paleolimnology of three lakes in north-western Minnesota. — *Quatern. Res.*, **6**, 249—272.

BRODNIEWICZ, I. 1979. Analiza faunistyczna późnoglacjalnych osadów słodkowodnych z klifu nadbrzeżnego koło Ustki. *In*: W. Grocholski (ed.), Od czwartorzędu do prekambru. Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, ser. Geologia, 9, 3—27. Poznań.

BRYKCZYŃSKA, E. 1978. Próba odtworzenia rozwoju roślinności w późnym glacjale i holocenie w okolicach Niechorza na Pomorzu Zachodnim. — *Kwart. geol.*, **22**, 2, 361—377.

CIEŚLA, A. 1981. Wpływ osadnictwa na chemizm osadów jeziornych w Worytach. *In*: J. Dąbrowski (ed.), Woryty. Studium archeologiczno-przyrodnicze zespołu osadniczego kultury łużyckiej. — *Polskie bad. archeol.*, **20**, 25—52.

— i MARCINIAK, B. 1982. Rozwój późnoglacjalnych zbiorników z Niechorza (Pomorze Zachodnie) w świetle analizy diatomologicznej i geochemicznej. — *Kwart. geol.*, **28**, 1, 191—215.

— , RALSKA-JASIEWICZOWA, M. and STUPNICKA, E. 1978. Paleobotanical and geochemical investigation of the lacustrine deposits at Woryty near Olsztyn (NE Poland). — *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **25**, 1—2, 61—73.

CRISMAN, T. L. 1979. Chydorid Cladoceran assemblages from Florida. *In*: W. C. Kerfoot (ed.), The evolution and ecology of zooplankton communities. Contr. 186, Limnol. Res. Center, University of Minnesota. New England Press.

— and WHITEHEAD, D. R. 1978. Paleolimnological studies on small New England (USA) ponds. Part II. Cladocera community responses to trophic oscillations. — *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **25**, 1—2, 75—86.

CZECZUGA, B. 1965. The aplication of the Blytt Sernander classification to the post-glacial sediment stratification in the lakes of the north-eastern region of Poland. — *Hydrobiologia*, **26**, 527—538.

— 1975. Characteristic climatic changes in the north-eastern region of Poland during the post-glacial period on the basis of paleolimnological investigations. Paleolimnology of lake Biva and the Japanese pleistocene, **3**, 519—529.

— , GOŁĘBIEWSKI, Z. and KOSSACKA, W. 1970. The history of Lake Wiżajny in the light of chemical investigations of the sediments and Cladocera fossils. — *Schweiz. Zt. Hydrol.*, **32**, 1, 284—299.

— and KOSSACKA, W. 1977. Ecological changes in Wigry Lake in the post-glacjal period. Part II. Investigations of the cladoceran stratigraphy. — *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **24**, 2, 259—277.

DĄBROWSKI, J. 1978. Feldforschungen im Siedlungskomplex der Lausitzer kultur von Woryty, wojewodschaft Olsztyn. Mitteleuropäische Bronzezeit. 281—288. Berlin.

— 1981. Próba charakterystyki zespołu osadniczego kultury łużyckiej w Worytach. *In*: J. Dąbrowski (ed.), Woryty. Studium archeologiczno-przyrodnicze zespołu osadniczego kultury łużyckiej. — *Polskie bad. archeol.*, **20**, 229—238.

DECOSTA, J. J. 1964. Latitudinal distribution of chydorid Cladocera in the Mississippi Valley, based in their remains in surficial lake sediments. — *Invest. Indiana Lakes and Streams*, **6**, 65—101.

— 1968*a*. The history of the chydorid (Cladocera) community of a small lake in the Wind River Mountains, Wyoming, USA. — *Arch. Hydrobiol.*, **64**, 400—425.

— 1968*b*. Species diversity of chydorid fossil communities in the Mississippi Valley. — *Hydrobiologia*, **32**, 497—512.

DEEVEY, E. S. 1969. Specific diversity in fossil assemblages. Diversity and Stability in ecological system. — Brookhaven Symposia in Biology, **22**, 224—241.

DONNER, J. J., ALHONEN, P., ERONEN, M., JUNGNER, H., VUOSELA, I. 1978. Biostratigraphy and radiocarbon dating of the Holocene lake sediments of Työtjärvi and the peats in the adjoining bog Varrassno west of Lahti in southern Finland. — *Ann. Bot. Fennica*, **15**.

EKMAN, S. 1904. Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Copepoden der nordschwedischen Hochgebirge. — *Zool. Jb. Abt. Syst.*, **21**, 1—70.

FLÖSSNER, 1964. Zur Cladocerenfauna des Stechlin-Gebietes. II. Ökologische Untersuchungen über die litoralen Arten. — *Limnologica*, **2**, 1, 35—103.

— 1972. Brachiopoda, Branchiura. Die Tiervelt Deutschlands, **60**, 1—501. Jena.

FREY, D. G. 1955. Längsee: a history of meromixis. — *Mem. Inst. Ital. Idrobiol., suppl.*, **8**, 141—164.

— 1958. The late-glacial cladoceran fauna of a small lake. — *Arch. Hydrobiol.*, **54**, 209—275.

— 1959. The taxonomic and phylogenetic significance of the head pores of the Chydoridae (Cladocera). — *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, **44**, 27—50.

— 1960. The ecological significance of cladoceran remains in lake sediments. — *Ecology*, **41**, 684—699.

— 1961*a*. Differentiation of *Alonella acutirostris* (Birge, 1897) and *Alonella rostrata* (Koch, 1841) (Cladocera, Chydoridae). — *Trans. Amer. Micros. Soc.*, **79**, 129—140.

— 1961*b*. Developmental history of Schleinsee. — *Proc. Int. Assoc. Limnol.*, **14**, 271—278.

— 1962. Cladocera from the Eemian Interglacial of Denmark. — *J. Paleont.*, **36**, 1133—1154.

— 1964. Remains of animals in Quaternary lake and bog sediments and their interpretation. — *Arch. Hydrobiol., suppl. Ergebnisse der Limnologie*, **2**, 1—116.

— 1965. Differentiation of *Alona costata* Sars from two related species (Cladocera, Chydoridae). — *Crustaceana*, **8**, 159—173.

— 1967. Phylogenetic relationships in the family Chydoridae (Cladocera). — Marine Biol. Assoc. India, Proceedings of the Symposium on Crustacea, Part 1, 29—37.

— 1973. Comparative morphology and biology of three species of *Eurycercus* (Cladocera, Chydoridae) with a description of *Eurycercus macracanthus* sp. nov. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, **58**, 2, 221—267.

— 1974. Paleolimnology. — *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, **20**, 95—123.

— 1975. Subgeneric differentiation within *Eurycercus* (Cladocera, Chydoridae) and a new species from northern Sweden. — *Hydrobiologia*, **46**, 263—300.

— 1979. Cladoceras analysis. *In*: Björn E. Berglund (ed.), Palaeohydrological changes in the temperate zone in the last 15 000 years. Subproject B, Lake and Mire environments, 2, Specific Methods, 226—257. International Geological Correlation Programme, Project 158. Lund.

— 1980. On the plurality of *Chydorus sphaericus* (Ö. F. Müller) (Cladocera, Chydoridae), and designation of a new type from Sjaelsø, Denmark. — *Hydrobiologia*, **69**, 1—2, 83—123.

FUJI, N. 1975. Climatic change of the Wisconsin stage in the Japanese Islands from the Viewpoint of palynological research. Paleolimnology of lake Biwa and the Japanese pleistocene, 3, 321—353.

GOULDEN, C. E. 1964. The history of the cladoceran fauna of Esthwaite Water (England) and its limnological significance. — *Arch. Hydrobiol*, **60**, 1—52.

— 1966. La Aguada de Santa Ana Vieja: an interpretative study of the cladoceran microfossils. — *Ibidem*, **62**, 373—404.

— 1969*a*. Development phases of the biocenosis. — *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **62**, 1066—1075.

— 1969*b*. Interpretative studies of cladoceran microfossils in lake sediments. — *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, **17**, 43—55.

— 1971. Environmental control of the abundance and distribution of the chydorid Cladocera. — *Limnol. Oceanogr.*, **16**, 320—331.

— and FREY, D. G. 1963. The occurrence and significance of lateral head pores in the genus *Bosmina* (Cladocera). — *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, **48**, 513—522.

HARMSWORTH, R. V. 1968*a*. The developmental history of Blelham Tarn (England)

as shown by animal microfossils, with special reference to the Cladocera. — *Ecol. Monogr.*, **38**, 223—241.

— 1968*b*. Relation of Cladoceran remain in lake sediments to primary productivity of lakes. — *Ecology*, **49**, 5, 998—1000.

HOFMANN, W. 1977. *Bosmina* (*Eubosmina*) populations of the Grosser Segeberger See (F. R. G.) during late-glacial and postglacial times. — *Arch. Hydrobiol.*, **80**, 349—359.

— 1978*a*. Analysis of animal microfossils from the Grosser Segeberger See (F. R. G.). — *Ibidem*, **82**, 316—346.

— 1978*b*. *Bosmina* (*Eubosmina*) population of Grosser Plöner See and Schöhsee lakes during late-glacial and postglacial times. — *Ibidem*, **25**, 1—2, 167—176.

— Stratigraphy of Cladocera and Chironomidae in a core from a shallow North German Lake. Proceedings of the 3rd Intern. Limnological Symp., Helsinki, 1981 (in press).

HRBÁCEK, J. 1969. On the possibility of estimating predation pressure and nutrition level of population of Daphnia (Crust., Clad.) from their remains in sediments. — *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, **17**, 269—274.

JONES, G. T., TSUKADA, M. 1981. Paleoecology in the Pacific Northwest. II. Cladoceran succesion. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **21**, 738—744.

KADOTA, S. 1972. (Table 1 and Figs 1—16, concerned with cladoceran and other animal remains recovered from Biwa core). *In*: Hories (ed.), Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene, 1, 93 pp.

— 1973. A quantitative study of microfossils in the core sample from Lake Biwa-Ko. — *Jap. J. Limnol*, **34**, 103—110 (in Japanese).

— 1974—1976. A quantitative study of microfossils in a 200-meter core sample from Lake Biwa. *In*: Horie S. (ed.), Paleolimnology of Lake Biwa and Japanese Pleistocene, **2**, 288 pp. (1974); **3**, 577 pp. (1975); **4** (836 pp. (1976).

KEILHACK, L. 1909. Phyllopoda. Die Süsswasserfauna Deutschlands, **10**, 112 pp.

KING, Ch. E. 1964. Relative abundance of species and Mac Arthur's model. — *Ecology*, **45**, 716—727.

KONDRACKI, J. 1972. Polska północno-wschodnia. 272 pp. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

KOPCZYŃSKA-LAMPARSKA, K. 1976. Radiocarbon datings of the late-glacial and holocene deposits of western Pomerania. — *Acta Geol. Polonica*, **26**, 3, 413—418.

— 1979. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Niechorze. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.

— 1980. Zestawienie i interpretacja materiałów geologicznych, paleobotanicznych i chemicznych osadów kopalnych zbiorników jeziornych okolic Niechorza. Sprawozdania z badań naukowych Komitetu Badań Czwartorzędu, 3, 119—131.

— , CIEŚLA, A., MARCINIAK, B., SKOMPSKI, S., SZEROCZYŃSKA, K. 1983. Stratigraphie der spätglazialen Sedimente und Eisabbau in der Umgebung von Niechorze (NW Pomorze, VR Polen). *In*: Das Jungquartär und seine nutzung im Küsten — und Binnentiefland der DDR und VR Polen, VEB Hermann Waack Geographisch-Kartographische Anstalt, Gotha., 59—66.

— , — , i SKOMPSKI, S. 1984. Evolution of fossil lake basins of the late glacial and Holocene in the cliff near Niechorze (Pomeranian Lakeland, Poland). — *Quat. Stud. Poland*, **5**, 39—58.

[KORDE, N. V.] КОРДЕ, Н. В. 1956. История микрофлоры и микрофауны озера Перо. — *Тр. Лаб. Сапропел. Отложж.*, **6**, 181—199.

KORINEK, V. 1971. Comparative study of the head pores in the genus *Bosmina* Baird (Crustacea, Cladocera). — *Vest. Csk. Spolec. Zool.*, **35**, 275—296.

LILLJEBORG, W. 1900. Cladocera Sueciae. — *Acta Soc. Sci. Upsal.*, ser. 3, **6**, 701 pp.

LLOYD, M. and GHELARDI, R. J. 1964. A table for calculating the "equitability"

component of species diversity. — *J. Anim. Ecol.*, **33**, 217—225.

MARCINIAK, B. 1979. Dominant diatoms from Late Glacial and Holocene lacustrine sediments in northern Poland. — *Nova Hedwigia, Bh.*, **64**, 411—426.

— 1981*a*. Late Glacial diatom phases in western Pomerania. — *Acta Geol. Polonica*, **31**, 1—2, 127—137.

— 1981*b*. Rozwój Wielkiego Jeziora Woryckiego w świetle analizy okrzemek. *In*: J. Dąbrowski (ed.), Woryty. Studium archeologiczno-przyrodnicze zespołu osadniczego kultury łużyckiej. — *Polskie bad. archeol.*, **20**, 16—18.

MEGARD, R. O. 1964. Biostratigraphic history of Dead Man Lake, Chuska Mountains, New Mexico. — *Ecology*, **45**, 529—546.

— 1965. A chemical technique for disarticulating the exoskeletons of chydorid Cladocera. Crustaceana, 9, 2, 208—210.

— 1967*a*. Three new species of *Alona* (Cladocera, Chydoridae) from the United States. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, **52**, 1, 37—50.

— 1967*b*. Late-Quaternary Cladocera of Lake Zeribar, western Iran. — *Ecology*, **48**, 179—189.

[MESYATSEW, J.] МЕСЯЦЕВ, И. 1924. Ископаемая фауна Косинских озер. — *Тр. Косинской биол. Ста.*, **1**, 16—27.

MIKULSKI, J. St. 1974. Biologia wód śródlądowych. 434 pp. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.

— 1976. Further investigation upon holocenic history of lake Jeziorak. Part I. The Bay Moty. — *Acta Univ. Nic. Copernicis, Limnological Papers*, **9**, 65—73.

— 1977. Further studies upon holocene history of lake Jeziorak. Part II. Comparison of the history of particular basis. — *Ibidem*, **10**, 107—118.

— 1978*a*. Value of some biological indices in case historic of lakes. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **20**, 992—996.

— 1978*b*. Man impact upon Gopło Lake as reflected in Cladoceran community remains in sediments. — *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **25**, 1—2, 291—295.

— and ADAMSKA, A. 1972. Limnological post-glacial history of a lake of complicated origin. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **18**, 1056—1062.

ORLÓCI, L. 1966. Geometric models in ecology. I. The theory and aplication of some ordination methods. — *J. Ecol.*, **54**, 193—215.

1967. An agglomerative methods for the classification of plant communities. — *Ibidem*, **55**, 193—206.

PAWLIKOWSKI, M., RALSKA-JASIEWICZOWA, M., SCHÖNBORN, W., STUPNICKA, E. and SZEROCZYŃSKA, K. 1982. Woryty, near Gietrzwałd, Olsztyn Lake District, NE Poland — vegetational history and lake development during the last 12 000 years. — *Acta Paleobot.*, **22**, 1, 85—116.

PAZDUR, M. 1980. Sprawozdanie z pracy naukowo-badawczej nt. Datowanie metodą ^{14}C próbek organicznych ze stanowisk wzorcowych program IGCP 158. — Paleohydrologia strefy umiarkowanej. — Spraw. bad. nauk. Komit. Bad. Czwartorz., 3, 60—65. Warszawa.

RALSKA-JASIEWICZOWA, M. 1981. Wpływ zasiedleń prahistorycznych na kształtowanie się szaty roślinnej okolic Worytów w ciągu ostatnich 5000 lat (wyniki analizy palinologicznej). *In*: J. Dąbrowski (ed.), Woryty. Studium archeologiczno-przyrodnicze zespołu osadniczego kultury łużyckiej. — *Polskie bad. archeol.*, **20**, 33—42.

RÓŻYCKI, St. Z. 1972. Plejstocen Polski Środkowej. 315 pp. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.

SCHÖNBORN, W. 1981. Historia rozwoju korzenionóżek (Rhizopoda) w Wielkim Jeziorze Woryckim. *In*: J. Dąbrowski (ed.), Woryty. Studium archeologiczno-przyrodnicze zespołu osadniczego kultury łużyckiej. — *Polskie bad. archeol.*, **20**, 22—24.

SEBESTYÉN, O. 1969. Studies on Pediastran and cladoceran remains in the sediments of Lake Balaton, with references to lake history. — *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, **17**, 292—300.

SKOMPSKI, S. 1981. Aneks: Fauna mięczaków holoceńskich z Worytów. *In*: J. Dąbrowski (ed.), Woryty. Studium archeologiczno-przyrodnicze zespołu osadniczego kultury łużyckiej. — *Polskie bad. archeol.*, **20**, 54.

[SMIRNOV, N. N.] СМИРНОВ, Н. Н. 1971. Chydoridae фауны мира. Фауна СССР. Нов. Сер., 101. Ракообразные., **1**, 2, 531. „Наука". Ленинград.

— 1976. Macrothricidae и Moinidae фауны мира. Фауна СССР. Нов. Сер., 112. Ракообразные., **1**, 3. 237. „Наука". Ленинград.

— 1978. Методы и некоторые результаты исторической биоценологии ветвистоусых ракообразных. *In*: Экология сообществ озера Глубокого. 105—173. „Наука". Москва.

STARKEL, L. 1977. Paleogeografia holocenu. 362 pp. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.

STUPNICKA, E. 1981. Warunki rozwoju osadnictwa kultury łużyckiej w Worytach na tle budowy geologicznej terenu i ewolucji jezior woryckich. *In*: J. Dąbrowski (ed.), Woryty. Studium archeologiczno-przyrodnicze zespołu osadniczego kultury łużyckiej. — *Polskie bad. archeol.*, **20**, 43—54.

SZEROCZYŃSKA, K. 1980. Analiza wioślarek — Cladocera w osadach spągowych kopalnego Wielkiego Jeziora Woryckiego. — Spraw. bad. nauk. Komit. Bad. Czwartorz., 3, 132—135. Warszawa.

— 1981. Zmiany trofii Wielkiego Jeziora Woryckiego i ich powiązania z osadnictwem na podstawie analizy wioślarek-Cladocera. *In*: J. Dąbrowski (ed.), Woryty. Studium archeologiczno-przyrodnicze zespołu osadniczego kultury łużyckiej. — *Polskie bad. archeol.*, **20**, 19—21.

— 1984. Analiza Cladocera w osadach niektórych jezior tatrzańskich. — *Pr. Stud. Geogr.*, **5**, 93—102.

TROELS-SMITH, J. 1955. Karakterisering af lose jordarter. Characterization of unconsolidated sediments. (English). — *Danm. Geol. Unders.*, IV:3, **10**, 73 pp.

TSUKADA, M. 1972. The history of lake Nojiri, Japan. — *Trans. Conn. Acad. Art. Sci.*, **44**, 339—365.

WESENBERG-LUND, C. 1939. Biologie der Süsswassertiere (Cladocera), 414—470. Wien.

WHITESIDE, M. C. 1969. Chydorid (Cladocera) remains in surficial sediments of Danish lakes and their significance to paleolimnological interpretations. — *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, **17**, 193—201.

— 1970. Danish chydorid Cladocera: Modern ecology and core studies. — *Ecol. Monogr.*, **40**, 79—118.

— The mythical concept of eutrofication. Proc. 3rd Intern. Limnological Symp., Helsinki 1981 (in press).

— and HARMSWORTH, R. V. 1967. Species diversity in chydorid (Cladocera) communities. — *Ecology*, **48**, 4, 664—667.

WIĘCŁAWEK, A. I. 1982. Historia rozwoju obniżenia dolinnego na południe od Niechorza (Pomorze Zachodnie). Unpublished MS, Arch. Inst. Geol. Podst. Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego.

ZEMP, F. 1943. Funde von Kleintierrelikten im neolitischen Wauwiler See. — *Z. Hydrol.*, **9**, 50—70.

KRYSTYNA SZEROCZYŃSKA

CLADOCERA AS ECOLOGICAL INDICATOR IN LATE QUATERNARY LACUSTRINE SEDIMENTS, NORTHERN POLAND

Summary

Analysis of Cladocera content was so far rarely applied in Poland (Mikulski 1969, 1972, 1976, 1978; Czeczuga and Kossacka 1970, 1977) and concerned the Holocene deposits only. The first complete analysis of a cladoceran assemblage was performed for the late glacial deposits of the lake Przedni Staw, Tatra Mts. (Szeroczyńska 1984) and for fossil fresh water reservoirs, the latter being the subject of the present paper.

The present writer's aim was to use the Cladocera analysis for a stratigraphic subdivision of the Quaternary limnic sediments, to supplement palynological data and thus to reconstruct the history of the development of selected Quaternary lakes. Chosen have been those of the environs of Woryty and Niechorze (figs. 1, 2, 11) formerly selected for the International Geological Correlation Programme — Project 158B, as typical of the area of Poland.

Three profiles at Woryty, two of them from the fossil Lake Wielkie and one from the fossil Lake Małe, were analyzed, a sound being used for sampling (figs. 2, 3). At Niechorze, the Cladocera were described from the deposits of two profiles, the Niechorze I-bis and IVb, from peatbogs. In the Niechorze I-bis, the deposits were sampled from the cliff and in the Niechorze IVb — by means of sounding.

Samples were taken every 2—30 cm, depending on lithological changes and prepared for analysis according to the requirements of the IGCP — Project 158B, that is, boiled up in a 10 per cent solution of KOH, after previous elimination of carbonates. Then, the material was sifted out through a 0.05 mm sieve. Saffranine T was used for test coloring. Specimens were photographed under a biological microscope (pls. 2—8) and in SEM (pl. 1). "Critical point" method adapted to the requirements of chitinous tests allowed to obtain the first satisfactory results in microphotography of cladoceran thin and brittle tests. SEM micrographs were made at the Limnological Institute in Plön, Federal Republic of Germany.

A total of about 400 samples from five profiles were processed; qualitative and quantitative analyses of about 1,000 microscopic preparations were made. The results are presented in Tables 1—5, giving an absolute number of remains contained in 1 ccm of fresh sediment, a basis for further calculation.

Samples are housed in the Institute of Geological Sciences, Polish Academy of Sciences, Warsaw.

The results were compared with those obtained from the areas of North-Western German Lowlands (Hofmann 1977, 1978*a*, *b*, 1982), England (Goulden 1966; Harmsworth 1968*a*) and southern Scandinavia (Frey 1962; Alhonen 1967, 1970*a*, 1971, 1972).

The present paper takes into account also the results of studies in: geology (Kopczyńska-Lamparska 1976, 1979, 1980*a*, 1983, 1984; Stupnicka 1981, 1982), archeology (Dąbrowski 1978, 1981), palynology (Brykczyńska 1978; Ralska-Jasiewiczowa 1981, and *in*: Cieśla *et al.* 1978, *in*: Pawlikowski *et al.* 1982; Więcławek 1982), diatomology (Marciniak 1979, 1981*a*, *b*), geochemistry (Cieśla 1978, 1981, 1982), mineralogy (Pawlikowski *et al.* 1982), invertebrate fauna — Rhizopoda (Schönborn 1981 and *in*: Pawlikowski *et al.* 1982) and Mollusca (Skompski 1981), and of the analysis of ^{14}C content (Pazdur 1980).

To obtain comparable results, the same criteria of interpretation were applied to all the profiles studied. Traditional diagrams of occurrence and frequency, with a division into the pelagic and littoral species, were prepared for the particular species. Stages of intensified eutrophication and the effects of man's activity on the state and development of lakes (figs. 4, 6, 8, 13 and 17) were also marked on the diagrams. Percentage of the participation of selected species, as well as of the pelagic and littoral groups were presented graphically, together with curves of absolute frequency of all species and specimens, of fluctuations in the water level and of the diversity and equitability of species (figs. 5, 7, 9, 14, 18).

The Bosminidae and Chydoridae, two families indicative of an ecological type of the lake (Frey 1961) were predominant in the deposits under study. Due to their great abundance, it was possible to trace certain interrelations in the occurrence of plankton components during particular climatic stages.

Mikulski's (1978*a*) lake level oscillation index ILL (relation of total number of Bosminidae and Daphniidae to Chydoridae) has been applied in this paper.

Remark: For text-figures 4—9 and Tables 1—5 see annexes 1—3 and 4—7 respectively.

WORYTY

The lakes under study are situated in the Pasłęka river basin. At present, these are depressions of 25 ha in area, called Lake Wielkie and of 5 ha in area, called Lake Małe in which several soundings were made (Stupnicka 1981 and fig. 2 herein). Gyttja and peat predominate in the limnic sediments (fig. 3). The Cladocera were analyzed from profiles 80 and 82 of the Lake Wielkie and 83 of the Lake Małe. Deposits six meters thick of the profile 80 were dated by the ^{14}C and palynological methods as representing a period between the Younger Dryas and Subatlantic. Certain geological data indicated that profile 80 might not include the whole of the oldest deposits of the lake. Repeated boring in 1979 supplied a 10 m thick core from the Lake Wielkie (profile 82) and a 7 m thick core from the Lake Małe (profile 83).

Lake Wielkie. — Despite their very distinct lithological similarity and species composition of plankton, the deposits of profiles 80 and 82 display certain differences (figs. 4—9).

(a) Specific composition: Forty three species were recorded in the profile 82 and only 33 species in the profile 80. No remains of *Alona costata*, *A. rustica*, *Alonopsis*

elongata, *Anchistropus emarginatus*, *Camptocercus liljeborgi* and *Chydorus gibba* were found in profile 80; on the other hand, *Pleuroxis striatus* and *Alonella excisa* lacked in profile 82. The latter species occurs sporadically and, due to a low sampling frequency of the profile 80, could escape detection.

(b) Species frequency: Frequency curves of particular species (figs. 4 and 6) are similar in shape, while the number of specimens of almost each species (figs. 4 and 6), in particular the predominant ones, is lower in profile 80. *Bosmina longirostris*, having its maximum development in phase 8, was represented by 33,450 specimens per 1 ccm of deposit in profile 80 (depth 2.75—2.80 m), whilst by 27,450 specimens in profile 82 (depth 3.30 m). This might suggest a certain compression of deposits in a shortest profile 80 and, consequently, an increase in the number of specimens per 1 ccm.

The occurrence of *B. longirostris* at a depth of 8.50—8.60 m in profile 82 (phase 3, pollen zone W-5) has no equivalent in profile 80. This species was represented by 33,350 specimens per 1 ccm, a frequency unprecedented during other periods. In profile 80, this species was more abundant only in phase 8 (W-G, W-10).

(c) Lithology and composition of zooplankton at the base of the profile: Comparing 1 m thick profile bottom deposits from the two borings, one can notice that in regard to lithology and species composition of zooplankton, they are incommensurable. Deposits, occurring at a depth of 9.92—9 m in profile 82 contain an arctic--type fauna and some *Pleuroxus* species. The bed between 9.60 and 9.30 m contains mostly the "arctic" species (Harmsworth 1968*b*), *Acroperus harpae* and *Chydorus sphaericus*. Also noteworthy is the presence of *Peracantha truncata*. In profile 80, this species was sporadical and, occurred mostly in sediments of the early Holocene (Sub-boreal, Subatlantic), that is, in a bed occurring about 3—4 m above the profile bottom. In profile 82, it was a predominant species at a depth of 9.88—9.64 m, that is, about 10—20 cm above the profile bottom. At a depth of 9.76 m it was represented by 1,500 specimens out of 4,450 of all planktic cladocerans. Such a high *Peracantha* content has not been so far recorded in any of the fossil lacustrine reservoirs studied in Northern Poland.

It is also worth emphasising that basic planktic species of *Alona*, abundant in most contemporary lake, lack at the base of profile 82. Certain traces of their occurrence are recorded only at a depth of 9 m, that is, about 1 m above the profile base. In profile 80, they occur from the profile bottom throughout the core. These observations led the author to the conclusion that the base sediments (about 1 m thick) of profile 82 were deposites earlier than those of profile 80 (Szeroczyńska 1980). This conclusion was confirmed by the results of a palynological analysis and ^{14}C indications (Pawlikowski *et al.* 1982).

Lake Małe. — This lake is situated in a depression south-east of the Lake Wielkie (fig. 3). In profile 83, thirty nine species were found which were identical with those of the Lake Wielkie. Absent are only species which were rare in the Lake Wielkie, such as *Alonopsis elongata* and *Alonella excisa* and a faunal composition of the 1 m thick bed of the base of profile 82 is different. The frequency curves of particular species (fig. 9) display a similarity to those of profiles 80 and 82.

A bed composed mostly of peat, occurring at a depth of 1.60—0.90 m, almost did not contain planktic components. Perhaps, the lake was then already so shallow that the Cladocera were not able to live there. The upper layer of peat in the Lake Małe differs from peats of the Lake Wielkie which could be indicative of different sedimentary conditions.

Cladoceran phases. — Phases of the Cladocera development and, at the same time, of the biological development of the two lakes were distinguished on the basis of the species content and the quantitative relations of the remains (fig. 10). A uniform numeration of phases for profiles 80, 82 and 83 was introduced in diagrams and curves (figs. 4, 6, 8). The similarity in the quantitative and qualitative distribution of planktic Cladocera in the profiles of Woryty enabled a determination of common phases of development of the two lakes. Ten phases, depicting appropriate climatic periods, were distinguished. They are almost concurrent with pollen phases (W-2—W-13), as well as with the history of human activity (Ralska-Jasiewiczowa 1981; Dąbrowski 1981). Stages of an intensified eutrophication, recorded on the basis of a sudden increase in number of species indicative of eutrophication such as *Bosmina longirostris, Leydigia acanthocercoides, Alona rectangula* and *A. guttata,* were also determined.

Phase 1 (W-2, W-3). — The initial period of the development of the lake passed under conditions of a relatively warm climate. The predominant species, *Peracantha truncata* and *Pleuroxus trigonellus,* are indicative not only of favourable conditions in the lake, but also of a developed littoral zone.

Phase 2 (W-4). — The recorded specific composition is indicative of a cold climate. In the second half of that phase, an increase in number of the pelagic *Bosmina coregoni* should be related to the final melting of the isolated nearby ice blocs which caused deepening of the lakes.

Phase 3 (W-5). — Period of the development of abundant plankton indicative of a sudden rise in temperature. Such a phenomenon was frequently observed at the beginning of the Holocene when, after a cold period, the planktic fauna living in a lake suddenly found favourable life conditions which was expressed by a sudden population increase and, consequently, by an excessive population density in the biotope. This resulted in a drop in the frequency of planktic organisms by a setback of the possibilities of development which was recorded toward the end of phase 3.

Phase 4 (W-6). — This phase is marked by a renewal of the specific composition of plankton, frequently with a part of the pelagic species, *Bosmina coregoni.* Littoral species were, however, predominant in this phase. An increase in the frequency of these species in indicative of the development of an extensive littoral zone, as well as shallowing of lakes.

Phase 5 (W-7). — In corresponds to a warm period, as indicated by the predominant *Pleuroxus species.* As a result of an excessive biological development in lakes, the abundance of eutrophic species, in particular *Bosmina longirostris,* was recorded during this period which thus become the beginning of a gradual process of eutrophication.

Phase 6 (W-8). — Climate of this phase resembled that of phase 5. Mostly lit-

toral, thermophilous forms developed. An abundance of species, but represented by a rather small number of specimens, was observed toward the end of the phase which could have been caused by deepening of the lake. Considering that, according to the palynological analysis, the deposits (in particular their upper layer) were most likely to be formed during the early Atlantic.

Phase 7 (W-9). Considerable water resources and conditions favourable to the replacement of plankton are indicated by a fairly stable frequency of the Cladocera records. A steadily advancing process of eutrophication, expressed by a gradual displacement of the pelagic *Bosmina coregoni* by the eutrophic *B. longirostris*, was observed in the species spectrum.

Phases 8 to 10 (W-10—W-13). — These phases display distinct effects of man's interference in the lakes and drainage areas. This situation is depicted by a sudden increase of an intense eutrophy indices, in particular that of *Bosmina longirostris* the frequency of which was over 30,000 specimens per 1 ccm. An excessive influx of eutrophicating elements to the lakes caused a certain excessive population density in the biotope and, consequently, a setback of the development of particular cladoceran species. This in turn resulted in a biological recession of eutrophication and, once again, enabled development of the plankton. These processes were also intensified by fluctuations in human settlement. People abandoned their habitation places because of flooding the areas adjacent to lakes caused by changes in climatic conditions. Such conditions repeatedly occurred in phases 8, 9 and 10, the process of eutrophication reached its peak which resulted in the overgrowing of lakes. It was caused by a consistent interference of human activity which continued from the earliest historical period up to the recent times. The presence of settlers of the Neolithic, early Bronze, Lusatian, Roman and Medieval cultures (Dąbrowski 1981; Ralska-Jasiewiczowa 1981) who lived around the Woryty lakes during the Holocene, was proved by the results of palynological analyses and archeological studies. The conclusion that the stages of an intensified eutrophication of the Woryty lakes were concurrent with human setting periods was arrived at on the basis of comparing the results of palynological studies with those of the cladoceran analysis.

A certain precedence in the appearance of phases of eutrophication as compared with the phases of settlement, detected on the basis of pollen analysis, are displayed on diagrams (figs. 4, 6, 8) mostly those concerning the Neolithe. This can be explained by a low degree of the development of economy of the earlier cultures the agricultural means and abilities of which were primitive, as well as by the fact that people concentrated around the lakes supplying their food and protection. The more developed settlement of the Lusatian culture, the economy of which was marked by a predominance of animal breeding over land tillage, was also reflected in an increase in eutrophication indices. In turn, the effects of the 13th-century settlement is very distinctly marked by frequency changes of particular plant species and only slightly by the composition of zooplankton. As shown by oscillations in the frequency curves of eutrophic forms, the effects of this settlement were less intensive, but steady and consistent, which led to the overgrowing of the lakes.

The specific composition and shapes of frequency curves in the particular phases

suggest that the phase 2 and the first stage of phase 3 took place in a cold climate. The symptoms of a somewhat colder climate are also displayed by subphase "a" of phase 10. Phases 1 and 4—9 were those of a warm temperate climate.

The analysis of water level changes was based (after Mikulski 1978*a*) on calculations of index ILL (Bosminidae+Daphniidae/Chydoridae). The oscillation curves (fig. 5, 7, 9) coincide in part with probable oscillations found on the basis of geological studies. Some variations occur during the periods of intensified eutrophication and result from a sudden frequency increase of *Bosmina longirostris*; in this case it does not mean the development of a pelagic zone, but is indicative of eutrophication. Taking this fact into account, one may suppose that the deepening of the Lake Wielkie took place during the Atlantic and, to a small extent, early Subatlantic, while the Lake Małe was somewhat deeper only at the beginning of the sedimentation.

The curves of species diversity and equitability (fig. 5, 7, 9) are close to theoretical values. The character of the curves proves that the ecological development of the lakes was highly harmonious. Mean values of species diversity and equitability are given on p. 15, 21 and 28.

A stratigraphic correlation of beds of profile 83 with those of profiles 80 and 82 (fig. 10) was conducted after a thorough analysis of particular development phases in the two lakes. As follows from the data obtained, the sediments of the Lake Małe were deposited under similar conditions as those of profile 80 of the Lake Wielkie, i.e., during the Holocene, beginning with the Younger Dryas.

After summing-up all the data supplied by the Cladocera, the Woryty fossil lakes can be characterized as rather shallow basins with a changeable lacustrine character and predominance of developed littoral zones. In their history, the lakes underwent an evolution from the oligotrophic, through eutrophic up to the overgrown ones. During their existence, there occurred five stages of intensified eutrophy, most likely caused by allochthonous factors resulting from changes in their drainage area and the direct effects of man's activities on the character of the lakes.

NIECHORZE

The locality Niechorze is situated on the Baltic coast (fig. 1). Two fossil lakes called the Niechorze I, outcropped in a cliff, and the Niechorze IV, a fossil peatbog depression (figs. 11, 12) were subject to studies. Niechorze has been studied for many years, mostly by the late K. Kopczyńska-Lamparska who prepared a geological map of that area (1979) and described in detail organogenic deposits outcropping in the cliff (Kopczyńska-Lamparska *et al.* 1983). As followed from the ^{14}C indications (Kopczyńska-Lamparska 1976) and palynological analyses (Brykczyńska 1978) of the profile I situated close to already studied profile I-bis, these deposits were formed during the last deglaciation of Pomerania and included a period from the Oldest Dryas to Sub-boreal. During this period, the lake was covered by eolian sands to be

never restored to its former character. To trace the Holocene evolution of the lakes of Niechorze area, additional soundings were performed 1.8 km south-west of profile I-bis in a peatbog the deposits of which were dated as ranging from the Pre-boreal to the historical times (Więcławek 1982). Silts intercalated by peats (fig. 12) are predominant in the deposits of the Niechorze I and gyttja with peats in those of the Niechorze IV (fig. 16).

Similarly as in the Woryty profiles, the frequency of Cladocera enable observation of a qualitative and quantitative variability in population and the separation of phases of the planktic species development (figs. 13, 14). As follows from a comparison with the results of palynological and diatomological studies of the adjacent profile (Marciniak 1981*a*) (fig. 15), the separated development phases of the Cladocera correspond in part to the climatic phases during the period between the Oldest Dryas and the historical times. Nine phases of development were distinguished in the Niechorze I-bis profile. An increased frequency of species considered to be "arctic" in character, that is, *Alona affinis, Acroperus harpae* and *Chydorus sphaericus*, indicates that in phases 1, 3, and 7 the sedimentation took place in cold climate. In turn, the development of thermophilous *Camptocercus rectirostris, Pleuroxus* sp. and *Alona quadrangularis* indicates that phases 2, 4, 6, 8, and 9 were warm periods. Phase 5 displays symptoms of a somewhat colder climate. No traces of aquatic life were found in a 140—165 cm thick layer. The lake dried up and the layer is an alluvial one perhaps of the early Atlantic age. The humidity of the Atlantic climate caused a regeneration of the lake but only for a very brief period during which beds of peat with scarce littoral fauna were deposited. The reservoir was gradually transformed into a peatbog which was aggraded toward the end of the Subboreal and thereby finished its history.

The presence of 35 Cladocera species belonging to five familes was found in the deposits of the Niechorze IVb profile (fig. 17). The specific composition and frequency of plankton indicate that the sedimentation was lacustrine in character over a section between the profile base and a depth of 3 m, that is, up to the deposition of peats (fig. 19). After the formation of peats, the lake became transformed into a typical low peatbog, devoid of appropriate conditions for the development of plankton. The species composition and frequency are correlated with the lithology. The richest content of the Cladocera was recorded in gyttja, less so in silts, while almost none was found in peaty deposits. As follows from a comparison of the cladoceran and the palynological analyses of the Niechorze IVa profile (Więcławek 1982), the distinguished phases of the Cladocera development correspond to climatic phases (fig. 17). Phases 1 and 2 of the Cladocera development are connected with a colder climate, which concerns in particular phase 1 and the first half of phase 2 when the pelagic zone in the lake was developed. The warm climate occurred during phases 3—5. The intensive development of littoral species in phase 3 is indicative of a dryer climate causing the shallowing of the lake. A gradual and continuing process of eutrophication, resulting in the degradation of the lake, was recorded from a depth of 4.5 m. No remains of Cladocera were observed in a bed of peats three meters thick. Scarce remains of *Chydorus sphaericus* were only recorded from a depth of 0.9 m below the

surface. Since that period up to the present the peatbog has had a high water content.

The diversity curve (figs. 14 and 18), closely resembling in shape that of Mac Arthur (Type I; King 1964), is indicative of a harmonious development and maturing of the biocoenosis of the lacustrine basin from the initial, through its eutrophication stages, to its overgrowing and transforming into the low peatbog. This harmony is confirmed by the equitability curve which approaches 1. Mean values of species diversity and equitability are given on p. 42 and 49.

A very small standard deviation indicates a considerable accuracy of the parameters calculated and thereby confirms an undisturbed development of the lake which was not excessively deep and had a strongly developed littoral zone.

Due to their heterochronous development the two Niechorze lakes differ to a considerable degree. The Niechorze I mostly represents the late glacial and the Niechorze IV — the Holocene. The Niechorze IV in a way makes up a continuation of the history of the Niechorze I which has never been an eutrophic lake and the evolution of which was delayed by sand deposition. The Niechorze IV was primarily an eutrophic spontaneously overgrown lake. As indicated by the succession of the cladoceran plankton, the Niechorze IV exposed the lacustrine character during the sedimentation of gyttja, that is, from the profile bottom up to the level of the deposition of peats. As soon as the formation of peats started, the lake became transformed into a typical low peatbog.

SUMMARY

The study of the Cladocera succession in the deposits from five profiles of four fossil lakes, varying in the type of biocoenosis (a mesotrophic lake — Niechorze I, two eutrophic ones — lakes of Woryty and a peatbog — Niechorze IV) yielded results which characterize well their ecological conditions.

The following conclusions can be drawn:

(1) The specific compositions of the Cladocera from four fossil lakes examined indicate that they were small, shallowing lakes. Species characteristic of rivers and large, deep lakes are lacking.

(2) All the species considered also live at present and the whole fauna is a fresh-water one. These species occur mostly in the stillwaters with an abundant flora or in the moderately overgrown lakes.

(3) The species found here have extensive geographical range and are recorded in Europe and North America. The species composition of assemblages is, however, most similar to that of lakes of the southern part of Scandinavia.

(4) The deposition of the remains of planktic Cladocera took place during the entire lacustrine periods which is indicative of an uninterrupted sedimentation, except for the Niechorze I lake in which the drying-up was recorded.

(5) The specific composition and frequency of Cladocera display a correlation with lithology. The highest numbers were displayed by a limnic gyttja and smaller

by silts, with trace amounts also recorded in a solifluctional clay. The species of littoral zone were more numerous in a more peaty gyttja.

(6) As shown by an analysis of the remains of *Bosmina longirostris* and *B. coregoni*, these species concurred during the period of a harmonious development of the lakes.

(7) During the periods of a sudden maximum development of *B. longirostris*, that is, during the eutrophication periods, the frequency of *B. coregoni* dropped.

(8) Changes in the size of some specimens were stated, perhaps depending on ecological conditions.

(9) A sudden flourish of Cladocera, which can be of stratigraphic importance, was observed on the boundary between the late glacial and the Holocene.

(10) The development phases of Cladocera, distinguished on the basis of specific composition and fluctuations in frequency, indicate a coincidence with climatic oscillations determined on the basis of palynological, diatomological and ^{14}C analyses.

(11) The cold periods of the late glacial — the Oldest Dryas, the Older Dryas and the Younger Dryas — display predominance of species considered to be "arctic" ones, as well as the sporadically occurring, pelagic species *Bosmina coregoni*.

(12) The stages of an intensified eutrophication coincide with the periods of human settlement.

OBJAŚNIENIA DO PLANSZ 1—8
EXPLANATIONS OF PLATES 1—8

Wszystkie szczątki pochodzą z Worytów i Niechorza, ZNG PAN, C. III—VI.
All specimens come from Woryty and Niechorze, ZNG PAN, C. III—VI.

Plansza 1: zdjęcia elektronowe (SEM); plansze 2—8: zdjęcia w świetle przechodzącym.
Plate 1: Scanning micrographs; plates 2—8: Micrographs in transmitted light.

Plansza 1
Plate 1

1. *Chydorus sphaericus*: skorupka.
1. *Chydorus sphaericus*: shell.
2. *Alonella nana*: skorupka.
2. *Alonella nana*: shell.
3 *a, b. Chydorus sphaericus*: skorupka.
3 *a, b. Chydorus sphaericus*: shell.

Plansza 2
Plate 2

1. *Chydorus piger*: tarczka głowowa, ×120.
1. *Chydorus piger*: head-shield, ×120.
2, 3. Ten sam gatunek: skorupka, ×120.
2, 3. The same species: shell, ×120.
4, 5. *Chydorus sphaericus*: tarczka głowowa, 4×140, 5×120.
4, 5. *Chydorus sphaericus*: head-shield, 4×140, 5×120.
6, 7, 9. Ten sam gatunek: skorupka, 6×140, 7×100, 9×120.
6, 7, 9. The same species: shell, 6×140, 7×100, 9×120.
8. *Chydorus globosus*: skorupka, ×120.
8. *Chydorus globosus*: shell, ×120.

Plansza 3
Plate 3

1. *Alona guttata tuberculata*: skorupka i tarczka głowowa, ×140.
1. *Alona guttata tuberculata*: shell and head-shield, ×140.
2. Ten sam gatunek: tarczka głowowa, ×120.
2. The same species: head shield, ×120.
3. Ten sam gatunek: skorupka, ×140.
3. The same species: shell, ×140.
4. *Alona rectangula*: tarczka głowowa, ×120.
4. *Alona rectangula*: head shield, ×120.
5. Ten sam gatunek: skorupka, ×120.
5. The same species: shell, ×120.
6. *Alona costata*: tarczka głowowa, ×140.
6. *Alona costata*: head shield, ×140.
7. *Alona rustica*: tarczka głowowa, ×140.
7. *Alona rustica*: head shield, ×140.
8. *Alona quadrangularis*: tarczka głowowa, ×100.
8. *Alona quadrangularis*: head shield, ×100.
9. *Oxyurella tenuicaudis*: tarczka głowowa, ×120.
9. *Oxyurella tenuicaudis*: head shield, ×120.
10. Ten sam gatunek: postabdomen, ×140.
10. The same species: postabdomen, ×140.
11, 13. *Alona affinis*: tarczka głowowa, 11×100, 13×120.
11, 13. *Alona affinis*: head shield, 11×100, 13×120.
12. Ten sam gatunek: postabdomen, ×100.
12. The same species: postabdomen, ×100.
14. *Alona quadrangularis*: skorupka, ×120.
14. *Alona quadrangularis*: shell, ×120.
15. *Alona* sp. (?): tarczka głowowa, ×140.
15. *Alona* sp. (?): head shield, ×140.
16. *Alona* sp. (?): tarczka głowowa, ×120.
16. *Alona* sp. (?): head shield, ×120.

Plansza 4
Plate 4

1, 2. *Alonella nana*: skorupka, ×140.
1, 2. *Alonella nana*: shell, ×140.
3. *Sida crystallina*: postabdominalny kolec, ×120.

3. *Sida crystallina*: postabdominal claw, ×120.
4. Ten sam gatunek: postabdomen, ×120.
4. The same species: postabdomen, ×120.
5—7. *Alonella exigua*: skorupka, 5, 7×160, 6×140.
5—7. *Alonella exigua*: shell, 5, 7×160, 6×140.
8. Ten sam gatunek: tarczka głowowa, ×140.
8. The same species: head shield, ×140.
9. *Alonella rostrata*: skorupka, ×140.
9. *Alonella rostrata*: shell, ×140.

Plansza 5
Plate 5

1. *Eurycercus lamellatus*: tarczka głowowa, ×100.
1. *Eurycercus lamellatus*: head shield, ×100.
2. Ten sam gatunek: postabdomen, ×120.
2. The same species: postabdomen, ×120.
3. *Acroperus harpae*: skorupka, ×120.
3. *Acroperus harpae*: shell, ×120.
4. Ten sam gatunek: tarczka głowowa, ×120.
4. The same species: head shield, ×100.
5. *Camptocercus rectirostris*: postabdomen, ×120.
5. *Camptocercus rectirostris*: postabdomen, ×120.
6. Ten sam gatunek: tarczka głowowa, ×100.
6. The same species: head shield, ×100.
7. Ten sam gatunek: skorupka, ×100.
7. The same species: shell, ×100.
8. *Camptocercus* sp. (?): skorupka, ×100.
8. *Camptocercus* sp. (?): shell, ×100.

Plansza 6
Plate 6

1, 3. *Pleuroxus uncinatus*: tarczka głowowa, ×120.
1, 3. *Pleuroxus uncinatus*: head shield, ×120.
2. *Pleuroxus trigonellus*: tarczka głowowa, ×120.
2. *Pleuroxus trigonellus*: head shield, ×120.
4. *Peracantha truncata*: tarczka głowowa, ×120.
4. *Peracantha truncata*: head shield, ×120.
5—7. Ten sam gatunek: skorupka, 5×80; 6, 7×100.
5—7. The same species: shell, 5×80; 6, 7×100.
8. *Pleuroxus uncinatus*: skorupka, ×120.
8. *Pleuroxus uncinatus*: shell, ×120.
9. *Pleuroxus trigonellus*: skorupka, ×100.
9. *Pleuroxus trigonellus*: shell, ×100.

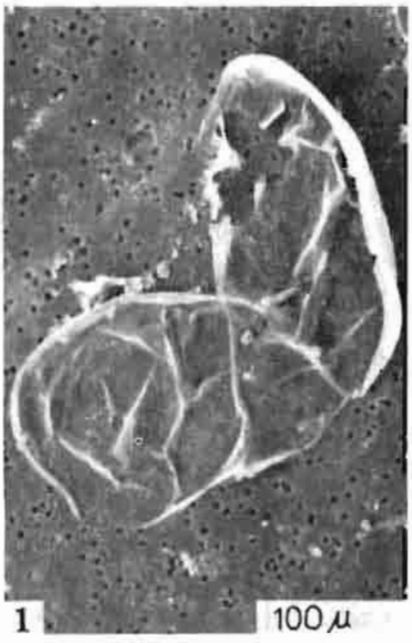
Plansza 7
Plate 7

1, 2. *Graptoleberis testudinaria*: skorupka, ×80.
1, 2. *Graptoleberis testudinaria*: shell, ×80.
3. Ten sam gatunek: tarczka głowowa, ×120.

3. The same species: head shield, ×120.
4, 5. *Leydigia acanthocercoides*: tarczka głowowa, ×100.
4, 5. *Leydigia acanthocercoides*: head shield, ×100.
6. Ten sam gatunek: efipium, ×100.
6. The same species: ephippium, ×100.
7, 8. *Leydigia leydigi*: tarczka głowowa, ×120.
7, 8. *Leydigia leydigi*: head shield, ×120.
9. *Leydigia acanthocercoides*: postabdomen, ×120.
9. *Leydigia acanthocercoides*: postabdomen, ×120.
10. Ten sam gatunek: skorupka, ×100.
10. The same species: shell, ×100.
11. *Leptodora kindti*: zakończenie odwłoka, ×120.
11. *Leptodora kindti*: abdomen (end), ×120.
12. *Kurzia latissima*: tarczka głowowa, ×120.
12. *Kurzia latissima*: head shield, ×120.
13. *Anchistropus emarginatus*: skorupka, ×80.
13. *Anchistropus emarginatus*: shell, ×80.

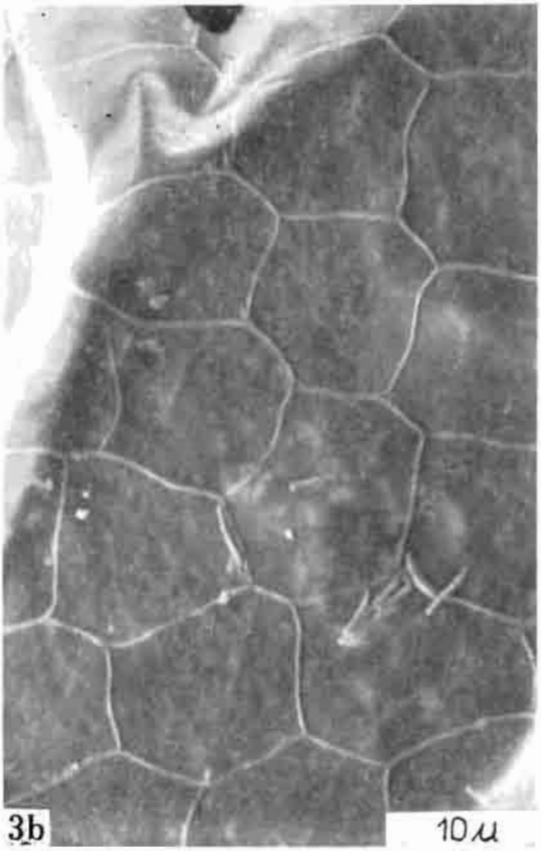
Plansza 8
Plate 8

1. *Bosmina coregoni*: skorupka, ×100.
1. *Bosmina coregoni*: shell, ×100.
2. Ten sam gatunek: tarczka głowowa, ×120.
2. The same species: head shield, ×120.
3. *Bosmina longirostris*: tarczka głowowa, ×140.
3. *Bosmina longirostris*: head shield, ×140.
4. Ten sam gatunek: skorupka, ×140.
4. The same species: shell, ×120.
5. *Monospilus dispar*: skorupka, ×120.
5. *Monospilus dispar*: shell, ×120.
6. *Ceriodaphnia* sp.: efipium, ×80.
6. Ceriodaphnia sp.: ephippium, ×80.
7. *Daphnia* sp.: efipium, ×140.
7. *Daphnia* sp.: ephippium, ×140.
8. *Simocephalus* sp.: efipium, ×140.
8. *Simocephalus* sp.: ephippium, ×140.


1
100 μ

2
40 μ

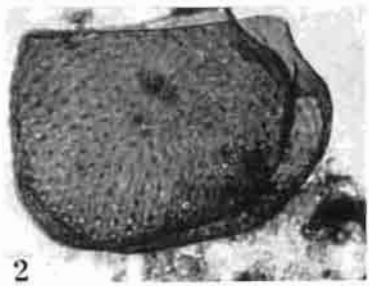
3a
20 μ


3b
10 μ

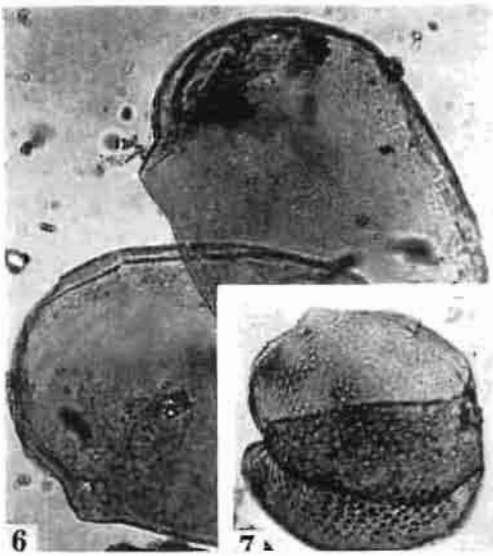
1

4

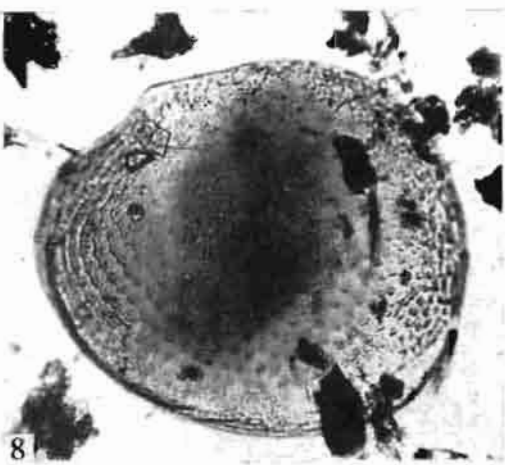
5

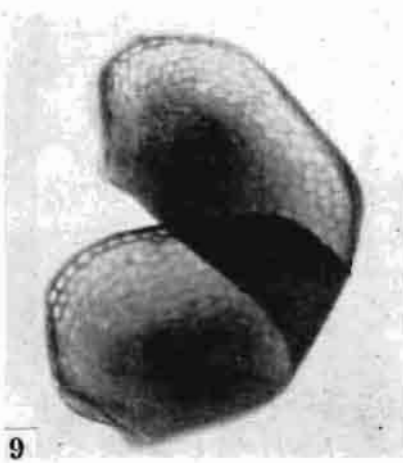

2

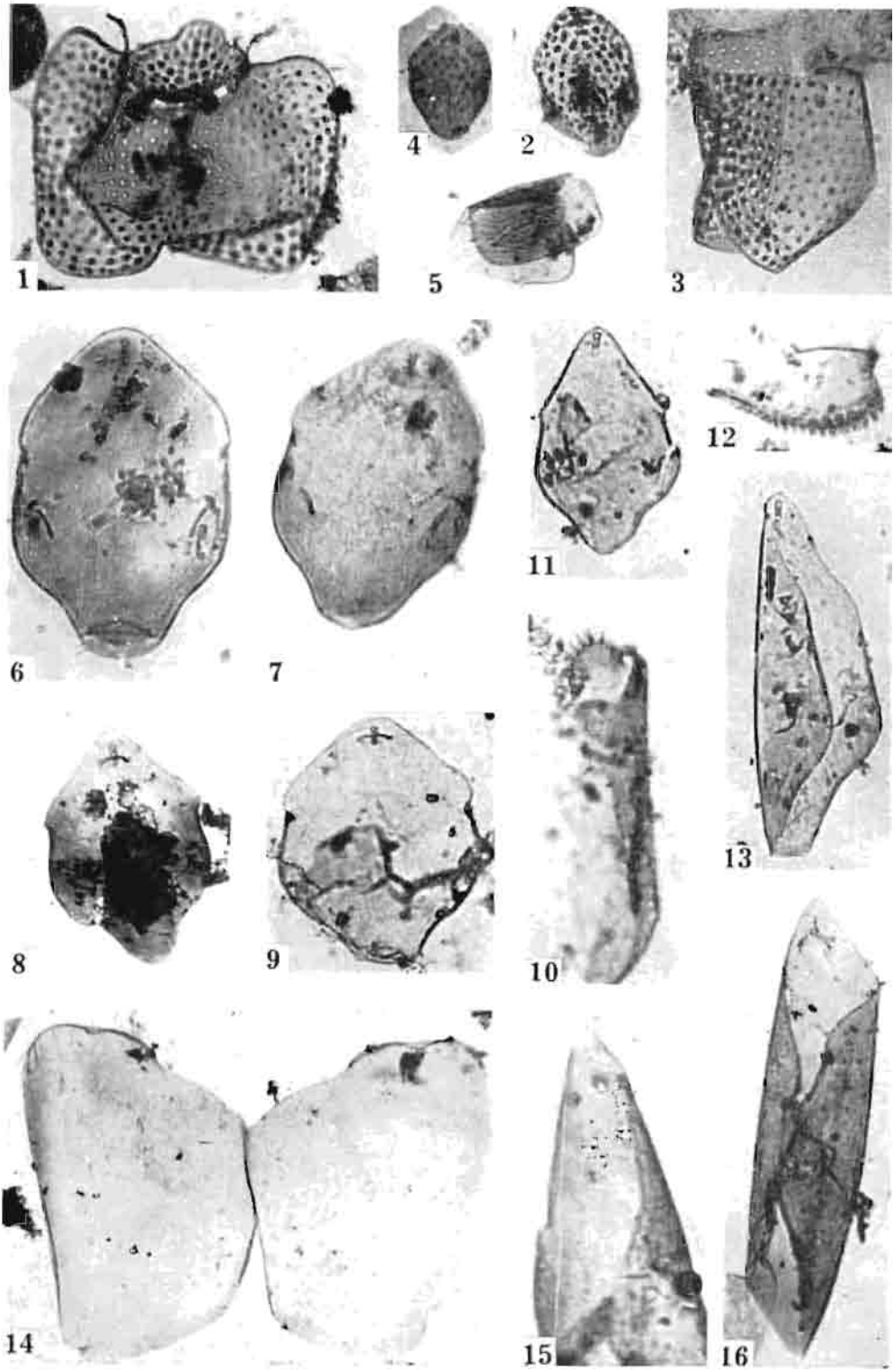
3

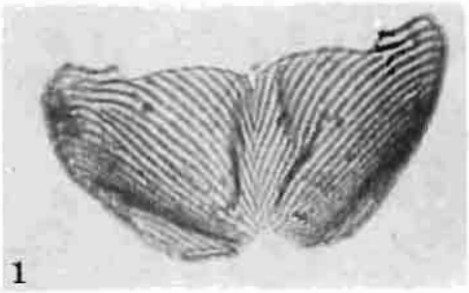

6

7


8

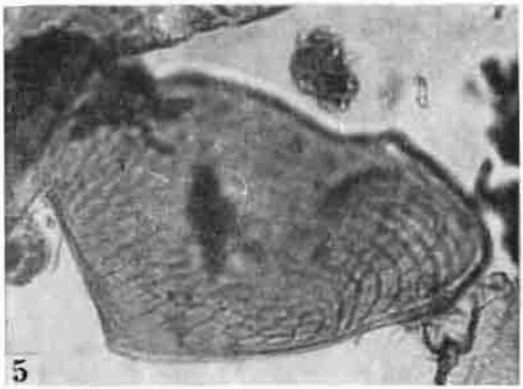

9


1
4
2
5
3
6
7
11
12
13
8
9
10
14
15
16

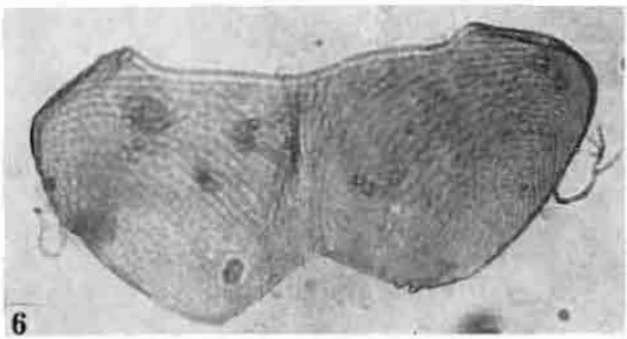

1

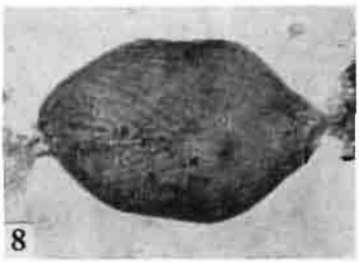
2

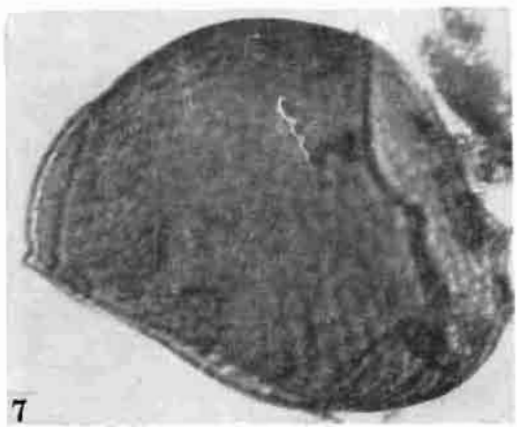
3

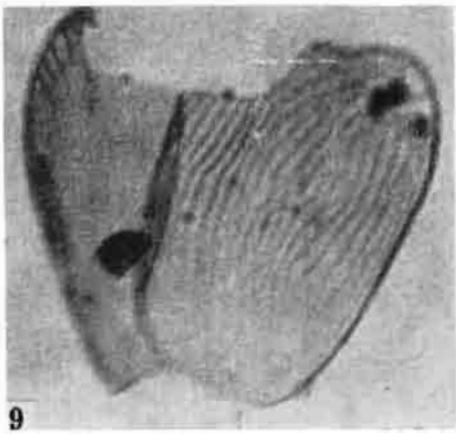

5

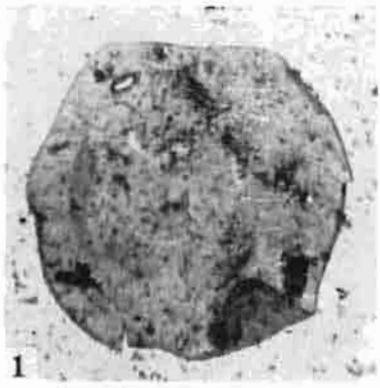
4


6


8


7


9


1

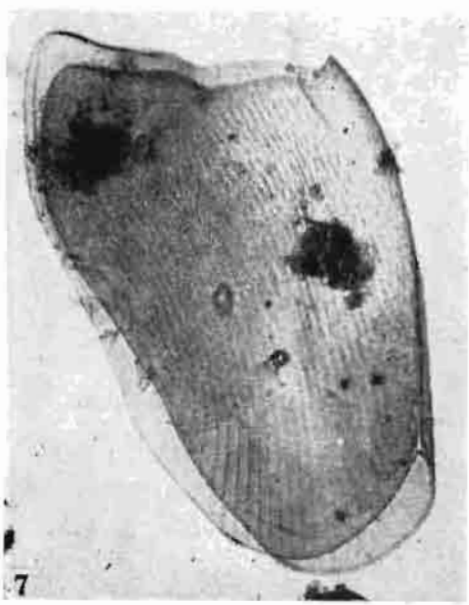
2

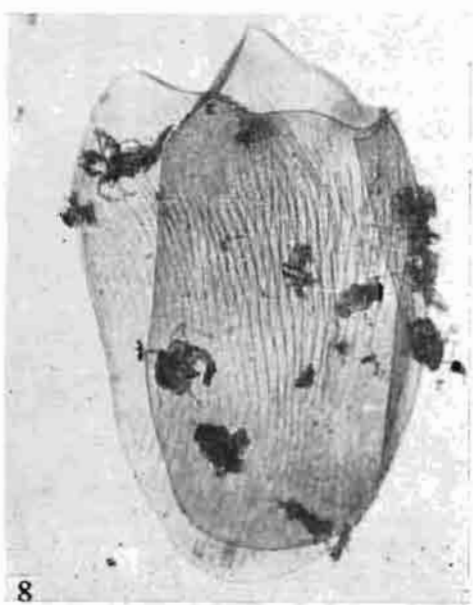
5

3

4

6


7

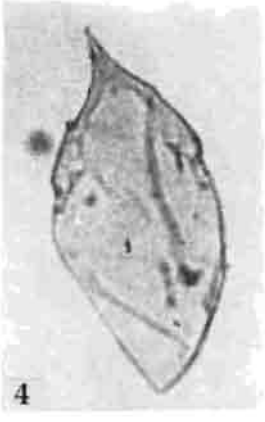

8

1

2

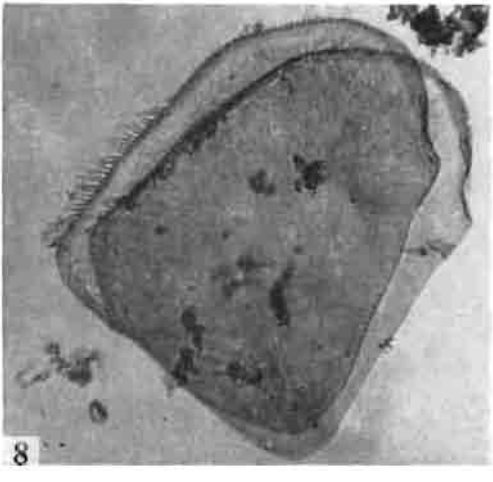
3

5

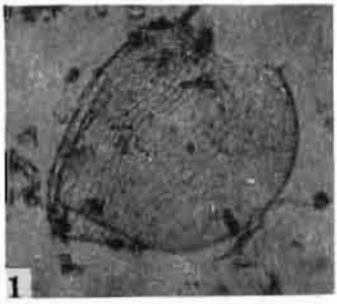

4

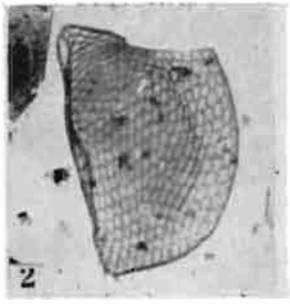
6

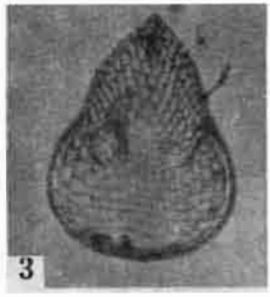
7

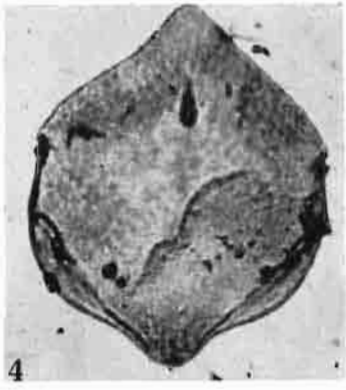

8

9


1


2


3


4

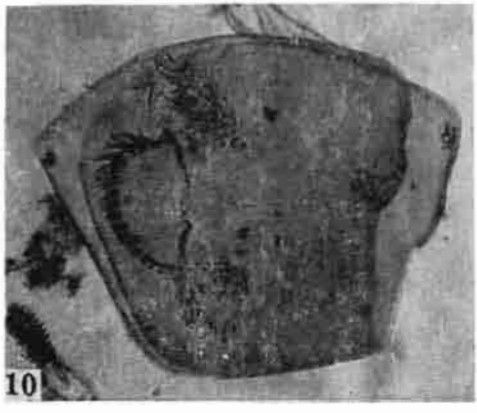
5

6

7

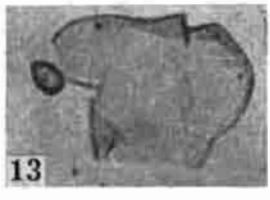
8

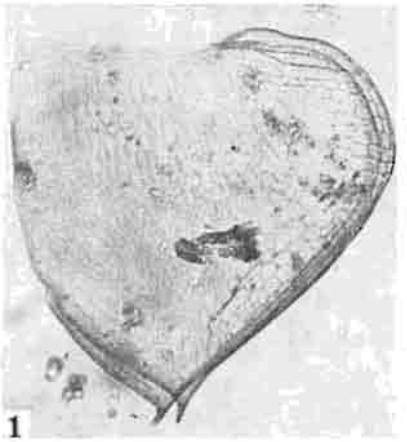
9


10

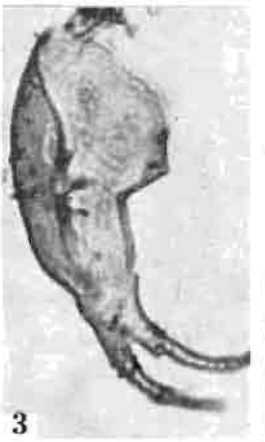
11

12


13



1



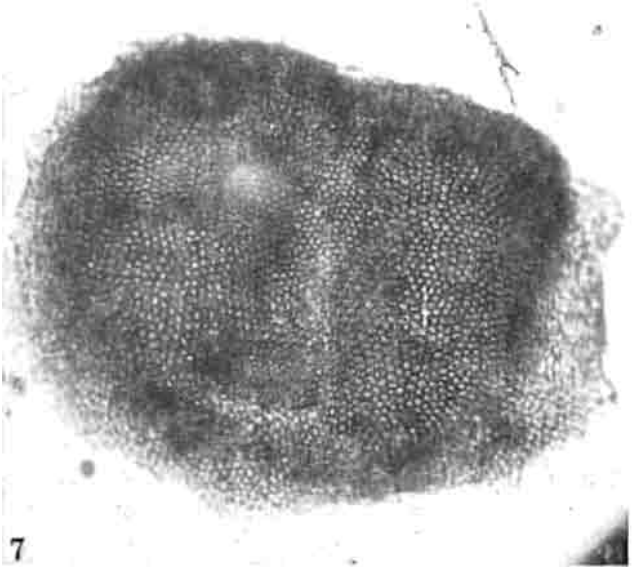
3

2

4

5

6



7

8

WORYTY 80

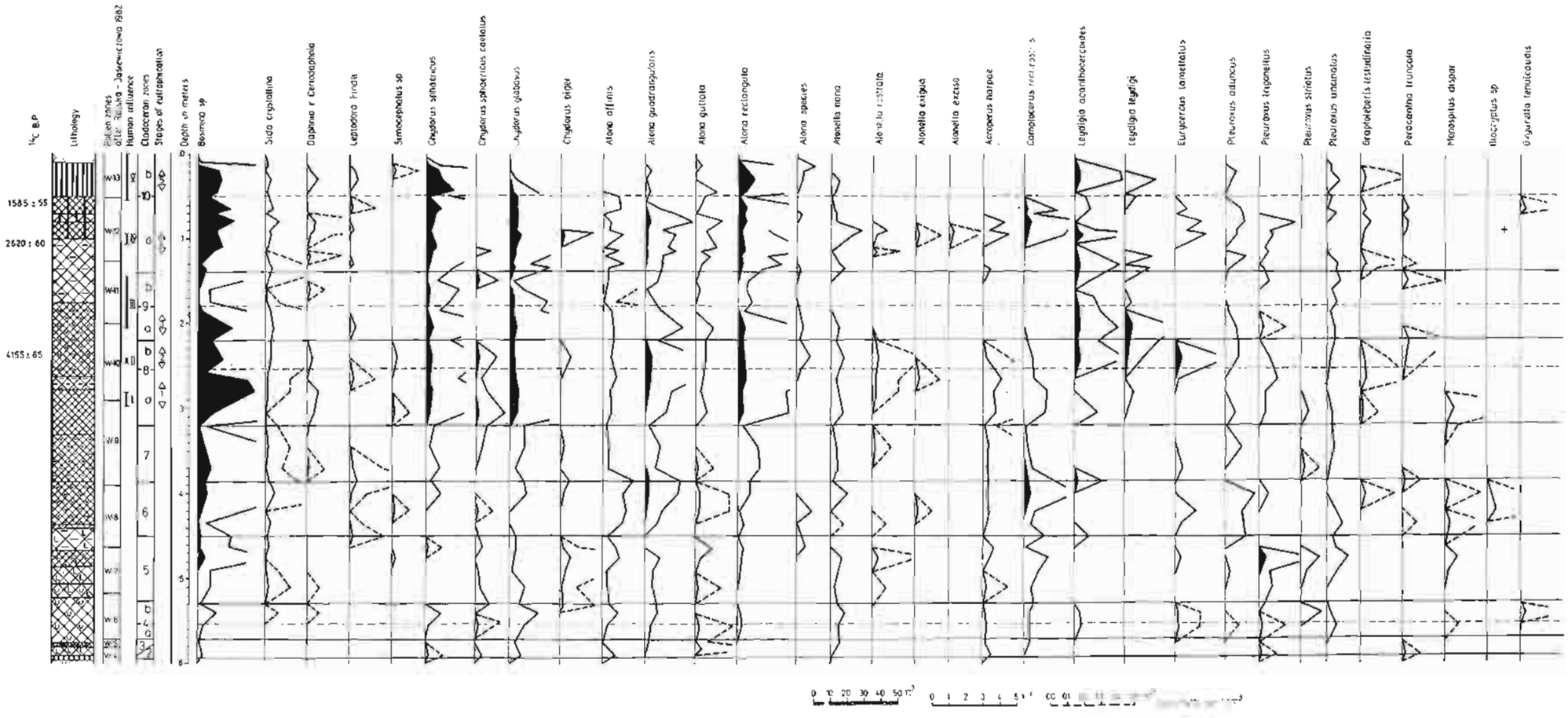


Fig. 4. Rozprzestrzenienie wioślarek w profilu Woryty 80. (objaśnienia jak dla fig. 3).
Fig. 4. Distribution of Cladocera in the profile Woryty 80 (for explanation see fig. 3).

WORYTY 80

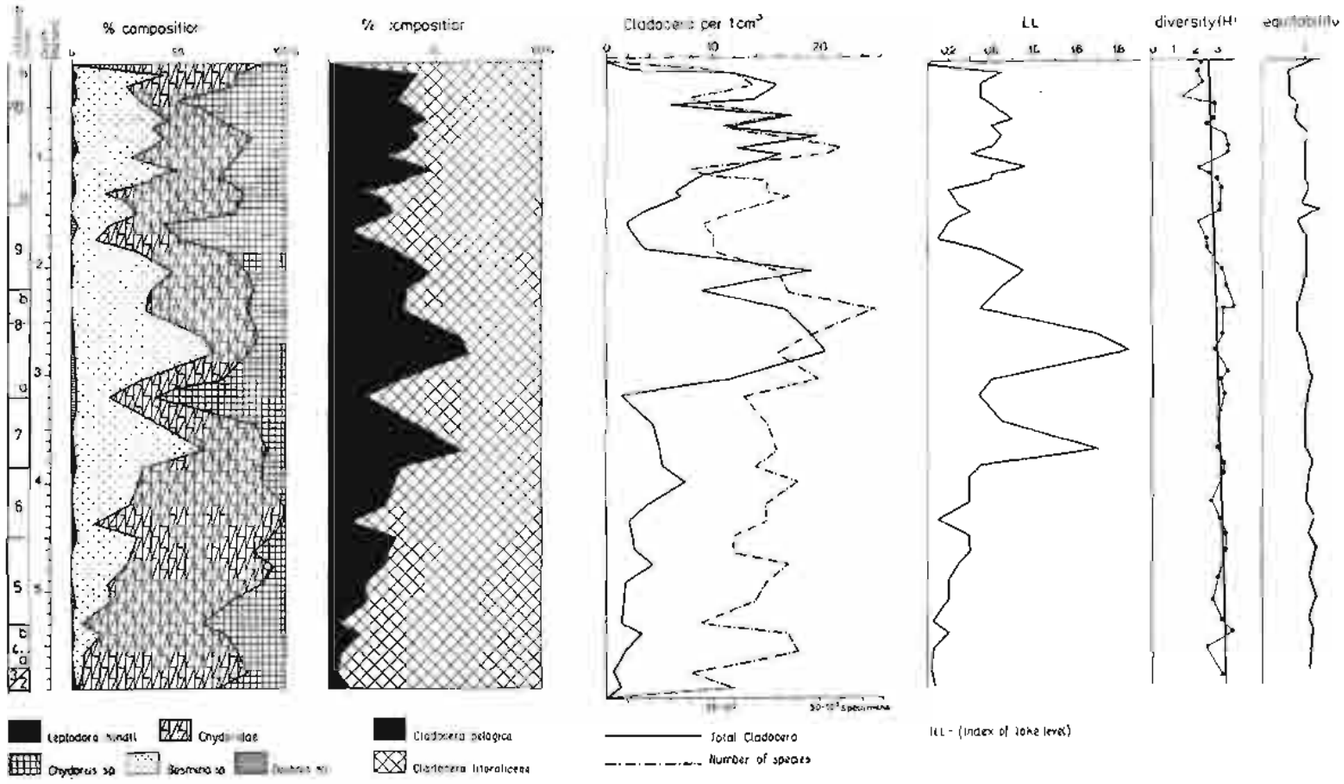


Fig. 5. Diagramy jakościowego i ilościowego rozmieszczenia pelagicznych i litoralnych gatunków Cladocera w profilu Woryty 80.
Fig. 5. Diagrams of quantitative and qualitative distribution of pelagic and littoral Cladocera species in the profile Woryty 80.

WORYTY 82

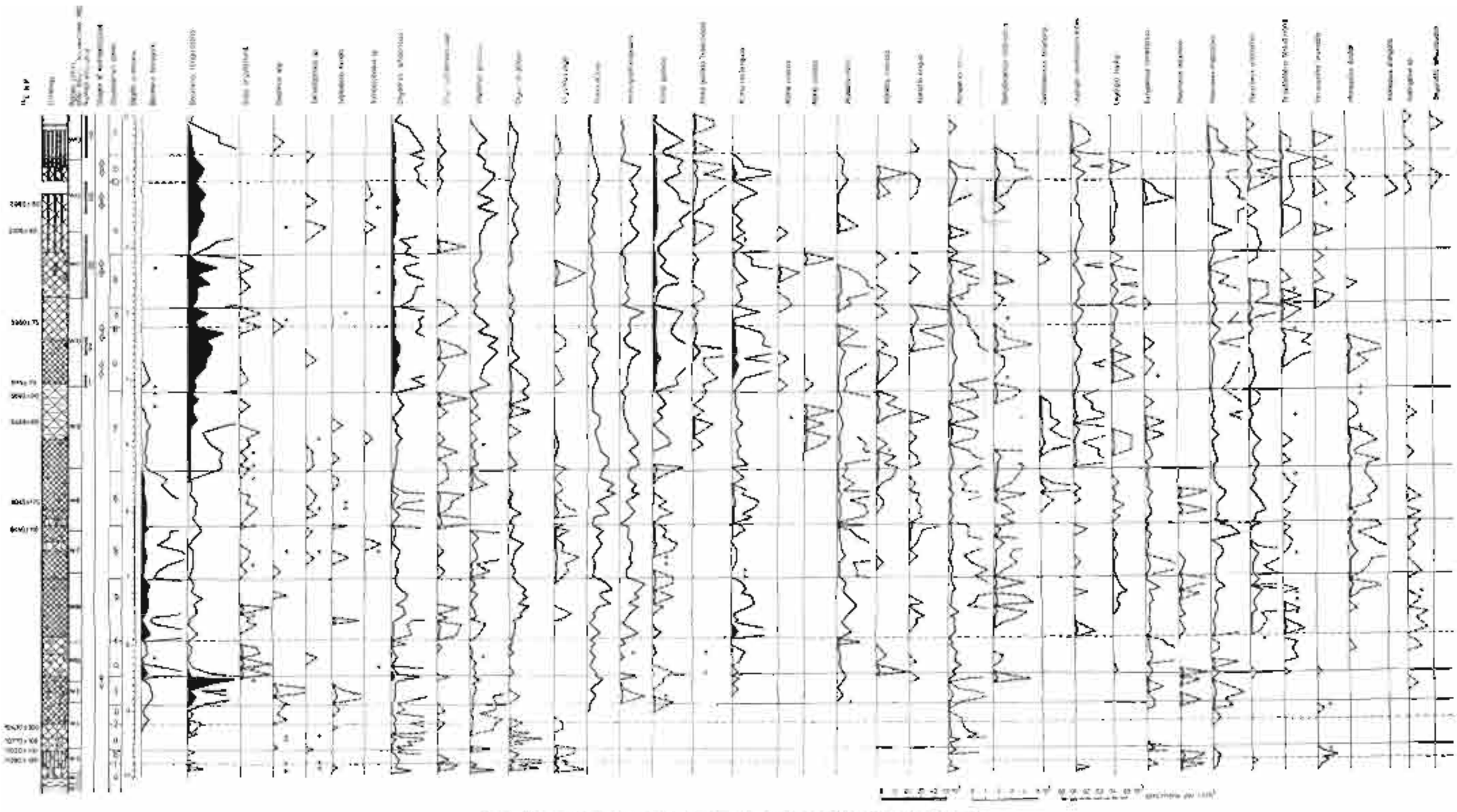


Fig. 4. Rozprzestrzenienie wrotkarek w profilu Woryty 82 (objaśnienia jak dla fig. 3)
Fig. 4. Distribution of Cladocera in the profile Woryty 82 (for explanations see fig. 3)

WORYTY 82

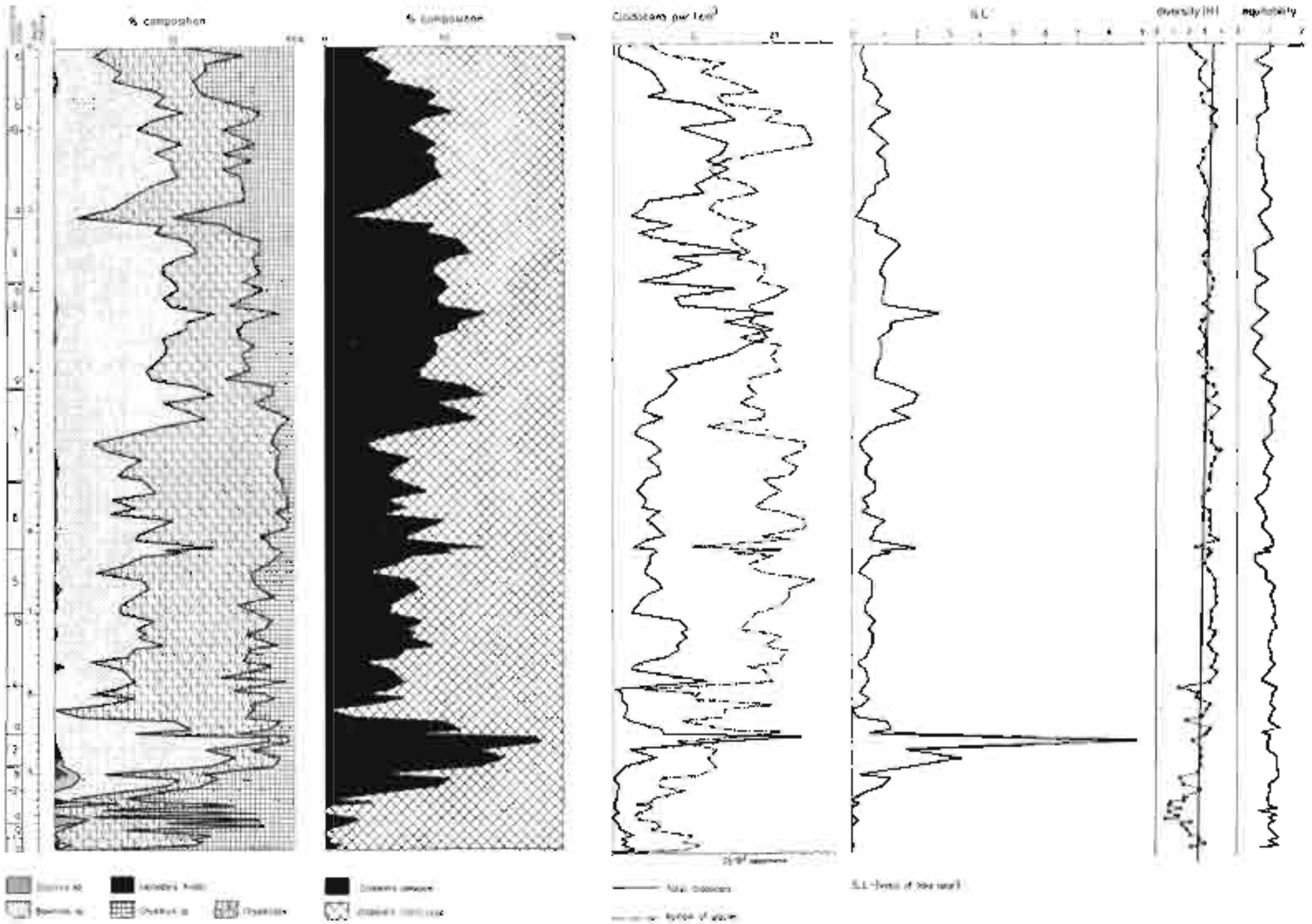


Fig. 7. Diagramy pionowego i ilościowego rozmieszczenia pelagicznych i litoralnych gatunków Cladocera w profilu Woryty 82.
Fig. 7. Diagrams of quantitative and qualitative distribution of pelagic and littoral Cladocera species in the profile Woryty 82.

WORYTY 83

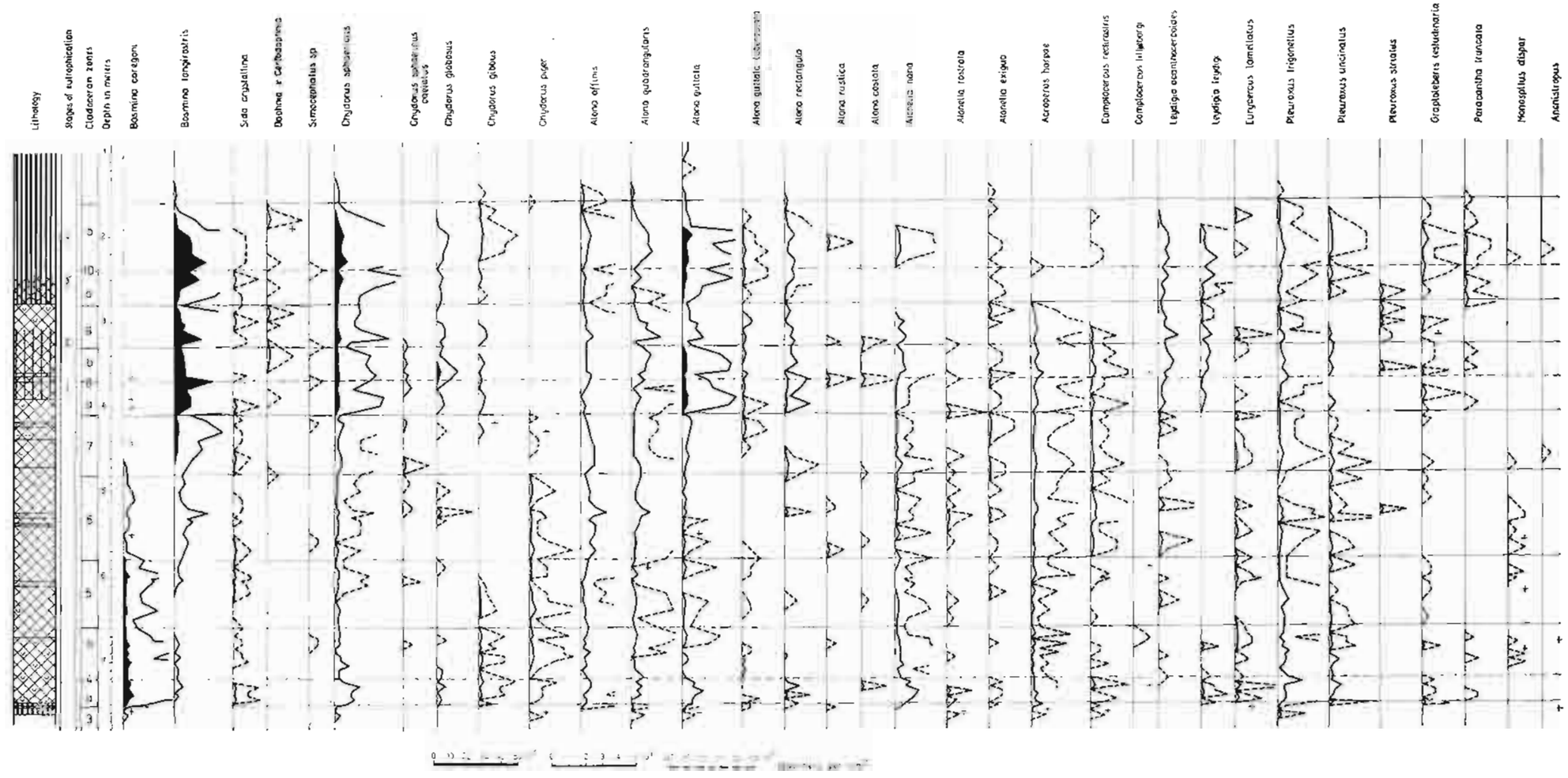


Fig. 8. Rozprzestrzenienie wioślarek w profilu Woryty 83 (objaśnienia jak dla fig. 3).
Fig. 8. Distribution of Cladocera in the profile Woryty 83 (for explanations see fig. 3).

WORYTY 83

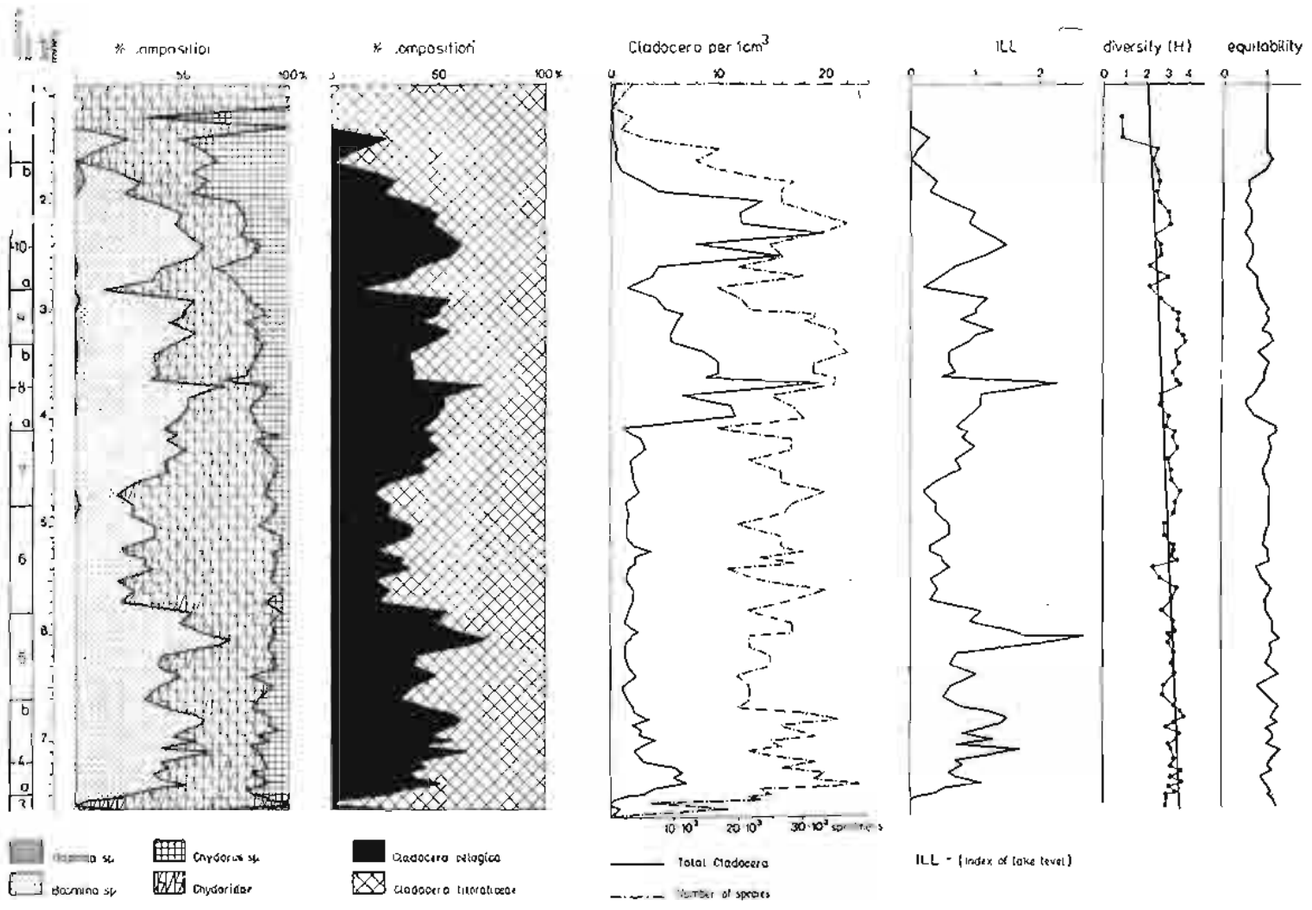


Fig. 9. Diagramy jakościowego i ilościowego rozmieszczenia pelagicznych i litoralnych gatunków Cladocera w profilu Woryty 83.
Fig. 9. Diagrams of quantitative and qualitative distribution of pelagic and littoral Cladocera in the profile Woryty 83.

TABELA 1: **WORYTY 80**

No.	Species	Stages	10–15	15–20	25–30	40–45	45–50	61–65	65–70	75–80	85–90	90–95	100–110	110–115	115–120	125–130	130–135	145–150	155–160	170–175	180–185	200–205	215–220	235–240	260–265	275–280	300–305	315–320	340–345	365–370	380–385	395–400	415–420	430–435	445–450	460–463	470–475	486–491	505–510	525–530	535–540	550–555	570–575	581–590	595–600
1.	Acroperus harpae	a								1200	400	450					400							150	450	450	100	75	300			100	400			100	400		75			150		200	-
		b								300		1500												150	1050	600	700		300	200	300	200	200	225		600	300		150		75	225	150	500	-
		c										150																									200								
2.	Alona affinis	a					500	1050		300	400	1050			225			150	100		400	600		750		150		300	100	200	1000	1400	900	975		200	800	225	150	100	920		75	700	-
		b					900	1050		450	400	1200		900	+	1200	300	300	200		500	600		450	1350	450	500	225	400	300	300	1800	1200	1400	1125		1000	150		300	750		75	800	-
		c					100	1050		300	400	900		300	150	75	300	300	200	75	400	600		750		300	500	150	300	300	400	1400	1000	600	950	300	900	700	225	150	225	300	75	300	-
3.	Alona guttata	a	100			200				600	600				150				+				300	150	150		600			100		200	100			700			75						
		b	300			1200	500	150		1500	600	750	1200	300	825	300	200		200			1050	600	600	450	300	500			100		1200	200			1000	300		150			225	75	400	-
4.	Alona quadrangularis	a		150		200		900	1400	2100	1000	600	1200	1050	900	1050	800	750	100	75	500	2250	750	1800	1500	1500	700	300	600	600	1300	2000	600	750			800	375	375	300	600	75	100	-
		b		300		200		900	1700	2850		1800	1350	1800	1000	1050	1000	500	100	525	900	2250	750	3450	3000	1500	1200	225	900	600	2100	2000	1000	750			900	450	450	700	750	225		
		c								450																																		
5.	Alona rectangula	a	700	4500	4500	1900	400	4350	3500	2400	1400	300	1500	2550	1700	1500	1500	375	200	600	200	2850	2100	2550	2550	2550	2300	150	900	500	600	700	200	75			200	100	75			150	225			-
		b	1400	5550	9450	3800	500	4650	3500	4500		2100	3900	3900	1700	2550	1500	525	500	750	300	3750	3000	3900	4500	2850	3000	300	1200	1300	700	2100	100	375			300	200	150						
		c	150	300	450			150																				75																
6.	Alona sp.	a	1000	750	300				200								100					300	150	750	150								900		300	300								
		b	1000	300	300																			600	150											500								-
7.	Alonella excisa	b									200																																	-
8.	Alonella exigua	b										150													150																				-
9.	Alonella nana	a																															100												-
		b			450	200		150	300	300	1800	1200			200	525	200					150	300	150	300	450	300	75	300	400	100	100	1000		75			200	450	225	400	825	450	525	100	-
		c															800					450		750			700											700							
10.	Alonella rostrata	a									800	150		150									150	300					100																-
		b																						150	150	150								75			300			75					
		c																																			300							
11.	Bosmina sp.	a	100	7650	15300	6700	3500	14850	6400	17550	4400	5400	4500	3750	4000	750	2400	1875	600	375	2700	10200	3150	9600	19500	17250	5000	600	2800	5200	3300	4100	2000	300	900	800	2100	975	675		1125	300		100	-
		b	100	12150	14400	11200	5800	19800	10700	21150	11200	11250	14250	9000	7200	2250	4400	2700	700	750	2900	20850	8250	14950	29850	33450	8900	525	4700	8000	4900	5800	2900	525	2000	1900	4400	750	750	200	1125	300	75	300	-
12.	Camptocercus rectirostris	a										450												300																					
		b						1900	500	3600	2600	2400												150	600	1350	300			100	400	1700	300	100	375	1200		500	75	375	500	75	300	75	75		-
		c						150	400	300	200	200												150		300	1200		300	100	1400	3000	600	150	200		100	225			150	75	300	75		
13.	Ceriodaphnia sp.	e			600														100					300			400	75		100									75		75				-
14.	Chydorus globosus	a			300		1500	900					150		700	150	900		200	900	700		1200	700	1350	1350	2700	375	400		200	400													
		b			300	1700	4800	3900	4600	4050	3500	6900	2850	3000	2400	1200	2400	200	800	2250	1800	4200	2100	2550	3700	5250	4300	825	900	100	800	1000			400	400	300	150	450	200	450	150	75	300	600	-
		c								1500							100										400			300		200						75		1725	900		300	700	-
15.	Chydorus piger	a										1050												600					200		500	200				100	600	300	100	200					
		b										1950												600					150		100					200	300	75							
16.	Chydorus sphaericus	a	700	4200	6600	12700	1500	3150	3300	3600	2800	1950	2700	1950	1200	1575	900	675	1800	750	800	1260	1500	3150	1350	750	1900	300	200	100		100					100							100	
		b	700	7200	9300	16200	1500	8700	5700	4350	2800	3150	5700	3900	3200	2100	1700	675	2000	1350		3900		3650	1950	3750	2300	450	200	800	300	900					100				150			100	-
		c		300	450	300	100	150		1500																				100	600	200								920	150		100	
17.	Chydorus sphaericus ovalatus	a												150					1200					1200				225																
		b												900					1350					1200	300	600	1700	600	400				100		100	400		75	225	800		150		400	-
18.	Daphnia sp.	e		150						450	400	150			200											600											150	225						-
19.	Eurycercus lamellatus	a						750				150												450													100							
		b						750		1500	600	1800												3000	150					400			1200	300			300				150	75			
		c									400	1050												150	150					400			400	150			75				150	75			-
20.	Graptoleberis testudinaria	a			150			300	100		200	150			200	150	100							150	300		100				200												
		b		150	300			300	100	600	200	150			100	300	100							150	150		100															+			
		c														75																												
21.	Iliocryptus sp.	b									+																				200	500												
22.	Leptodora kindti	f		300	450			150			200					225						300			150					200	400	100		75	200				150			100	-
23.	Leydigia acanthocercoides	a	400	450	900			450			1200	900			700	825	800	750		75	300	750	600	2250			500				1700				800									
		b	1500	2700	2850		600	900			1200	4050			1500	2700	2300	800		600	1500	2550	1350	3000			1300				100				100					300	375			-
		c		750	600			300			400	600			300	375	400	225		150	300	600	900	1650			200													75	75			
24.	Leydigia leydigii	a			900		100								800		700			150		1050	1650	900		300																		
		b			1800		600								1600		1400			375		3150	1950	1050		450																		
25.	Monospilus dispar	a																									100																
		b																									500	75				200		225	100		700							
		c																																	100		200	150				75			-
26.	Oxyurella tenuicaudis	a						300																																				
		c																																						75				-
27.	Peracantha truncata	a																						150																				
		b						300		300	200				75		225						300	150							100			75									100	
		c																															75										-
28.	Pleuroxus aduncus	a		600	150			900		450		150				225				100		450	300	300			100		200			600	300	300	500			150					
		b		600	300			900	1000	1050	600	600				1200	100					600	750	750			600		900			1700	1000	1050	1200			225				75		
		c		600	300			900	100	300		450				225						300	300	150			300		100			200	300	225	250			150					-
29.	Pleuroxus striatus	a																									400			100													
		b																									300			100						1000	225			375				
		p																												100										1125				-
																																									300				
30.	Pleuroxus trigonellus	a								750	600	150		150	300		300	525				150		300	450	300	300					300					1900		150	200					
		b								2100	600	750	300	450	300		200	525						600	1050	300						500					3300	675	750	300		150		100	
		c								300	200		150	150	100											150						100						150	300				200	-
31.	Pleuroxus unicinatus	a	100	150	600		400								200	150		300	200	150		300	300	200			200	75	100	100														
		b	200	200	750		200		500						100	600	500	750	300	525	200	450	450	150			300	300	400	100			500	150			900	225		500	150				
		c	300	200	700		200		500						100	225	200	225	100	75		150	150				100		200				500	825	300	500	1200	600		525					-
32.	Sida crystallina	c	100		300	100	200	450		750	200	300	150		100	225	400	150		75	300	450	300	300	150	150		75	150	100	200	500		300	100	200		75	150		75			
		d						450			250						100	75				150			150										100									
33.	Simocephalus sp.	e		150																				300			100									200								-
	head-shield	- a	3100	18450	29700	21700	7300	27600	14700	27750	10200	12750	100500	9600	10700	6750	8700	6600	3200	3075	4800	20310	12300	26850	28950	24600	14900	2400	5900	7000	7000	10700	6900	2850	1800	2500	9400	2400	2050	1000	4070	1725	300	1900	
	shell	- b	5200	29150	40200	34500	15400	44350	28800	49500	30100	41850	29530	24300	28125	16050	17300	8850	4800	7125	9000	43800	22200	42300	48850	51450	28500	3600	11050	12700	13300	18600	9800	5775	6400	6700	11700	4875	4350	3900	8195	4425	1725	3400	
	postabdomen	- c	550	2150	2800	400	600	3450	1000	5700	1600	3450	300	150	750	1200	1400	900	300	375	1000	2100	1650	3150	150	600	1000	300	750	1000	1700	2400	1700	1775	750	900	1500	750	900	300	1275	900	75	300	
	postabdominal claw	- d		300	600			450		450		150					100	75				150			150					100														
	ephippium	- e		300	450			150			200					225			100				300	600	150	600	500	75		200	400	100	100		75	200		200		75	150			100	
	abdomen /end/	- f																																										

No.	Species	Depth (cm)	992	988	984	980	976	968	964	960	956	952	948	944	940	936	933	930	920	915	905	900	890	880	870	860	855	850	845	835	830	820	815	805	800	795	785	770	765	760	755	745	740	730	725	720	710	700
1.	Acroperus harpae	a	700		150	200			450	250		50	729	150		150	155	120	100	100			100	360	75		150	300	150	700	350	525	500	120	300		525	300	150	50	460	150	200	225	100	300	225	200
		b	750	113	188	200			600	250	188	50	900	150	225	150	150	120	100	100			100	360	75		525	525	300	1000	500	525	650	180			325	620	500	150	780	150	200	225	300	500	500	200
		c	250	113					300	200	113	*	171	*		*	75	120	100					180	58					300	100		60							75	240	75				100			
2.	Alona affinis	a																				50	150	360	113	300	450	150	450	200	150	75	*	120	60	200		525	120		375	300	375	400	375	600		375	200
		b																				100	200	600	188	750	1125	600	675	200	250	525	200	300	500	180	975	120	300	315	563	470	525	1700	1050	900	1800	1400	500	100
		c																				75	200	300	188	150	150	188	150		50				100		375	20	400	225	60	525	700	300		1000			
3.	Alona costata	a																																														
		b																																														
4.	Alona guttata	a																					150			75	75	75					*				525					75					75	
		b																				50	150	*		75	75	113	150				250				675	180				75		150	100		150	150
5.	Alona guttata tuberculata	a																										*					*															
		b																																														
6.	Alona intermedia	a																																														
		b																																														
7.	Alona quadrangularis	a																						120	38			600				*	*		200		500	180	400	525	420	900	400	1200	800	1000	1725	500
		b																						180	38			1125				300		60	400		1350	100	400	563	720	1350	700	1350	1100	1400	1875	400
8.	Alona rectangula	a																							38		450		450		50	*	100				2400	120	400	188	180	1125	1200	1200	600	500	875	*
		b																							38		525		650		50	75	100				4200	240	400	188	180	1350	1700	1500	700	1000	750	
9.	Alona rustica	a																																														
		b																																														
10.	Alona sp.	a																																														
		b																														225					750					450						
11.	Alonella exigua	a																									75	38										60	50	38			100						
		b																										38			50							60	50	113	60		100						
12.	Alonella nana	a																				*		180			300	188	150	200			50				150	150		38		225	450					300	
		b																						420		338	600	675	450	200	200	225	150		180		2100	300	600	675	1200	1125	1500	750	300	500	675	150
13.	Alonella rostrata	a																											225			75	50															
		b																															50															
14.	Alonopsis elongata	a																																														
		b																																														
15.	Anchistropus emarginatus	a																																														
		b																																														
16.	Bosmina coregoni	a																100	100	113	100	300	400	840	675	750	600	150	450	250	700			400	120	300		4425	720	400	188	1000	4000	4200	3375	2500	3300	3000	500
		b																150	100	113	100	300	400	840	750	650	150	525	4425	1600	100	*	400	360	300	120	5375	1160	650	150	2100	4275	4500	4650	3800	4800	4500	300
17.	Bosmina longirostris	a		38		50				50						75		60	100		38		1400	6120	1188	900	1875	2250	1725	300			150				625	60	38	75	600	525	400	875	600		150	50
		b		113		50										75		80	100		38		1400	6120	1188	1050	1875	2250	1725	400	50		200	300	100		1875	60	120	113	600	525	400	1125	600	300	450	150
18.	Bosmina reflexa	a																																														
		b																																														
19.	Camptocercus lilljeborgii	a																																														
		b																																														
		c																																														
20.	Camptocercus rectirostris	a																									150	113			50	*						60	50	38	225		300	225			*	
		b																									375	113			50	75	*					60	150	38	225	*	300	225		*	175	
		c																									225	*																			150	
21.	Ceriodaphnia sp.	e		*		*				50					*																	75																
22.	Chydorus gibbus	a		187		400		450				50	83	250	*	150								75					225				300		200	100	150	240	400	600	300	1500	700	450	600	800	450	300
		b		225	75	400		750				100	43	250	*	150	37		100										300				300		200	120	575	620	300	975	840	1500	700	1350	1100	1800	675	300
23.	Chydorus globosus	a	1500		375					150							75	150	200	150	38	50	50	180	375	225	375	188	225				100				75	120		150	120	225		285	400		225	*
		b	1800		413					150							75	180	200	250	75	200	200	180	613	225	350	238	375	300	350	*	150				75	120		613	360	225		300	600		375	
24.	Chydorus piger	a	100	37				150	50	50								60																														50
		b	250	150	75	100			150	150									50																				75	120							50
25.	Chydorus sphaericus	a	900	263	300	300	350	250	50	100	38		129	250	75		113	360	150	300	38	100		180	263	75	375	2013	150			225			100		150	60	150	375	720	525	300	225	500	500	375	300
		b	1500	370	413	400	600	300	50	100	38	150	129	350	75		225	360	150	350	38	100	50	300	263	88	375	2275	450		150	450	200		100		150	120	150	675	1020	900	300	1050	1200	700	375	300
26.	Chydorus sphaericus	a			150		850												50									75						50			150			33								
		b		113	150		900												50				50											300			150			75		150						
27.	Daphnia longispina	d																																														
		e																																														
28.	Daphnia pulex	d	*			*					38			*	*					100	*	38	50	100	*	375																		100					
		e																																														
29.	Eurycercus lamellatus	a			38				200	50													50		38		150	38	150		300	225	300	160		225	180	150	75	240	225	300	300	200	300			50
		b			75				550	50													50		113		375	450			300	450	250	480	120	300	180	200	225	60		500		200	1000			
		c			38				300	50												50	50		38		38	225			300	75	50	60	*				75				200	200				
30.	Grandolebaris testudinaria	a																																														
		b																										30			100	75	60	100		150			+	120		*	*	100				
31.	Illocryptus sp.	a																							75								100	60		150										100		
		b																																			60	100	150		75	100	*					
32.	Leptodora kindtii	f		37													38					50		300	75													200										100
33.	Leydigia acanthocercoides	a	50																																		150								100				
		b	100																																		75					*			100				
		c																																															
34.	Leydigia leydigi	a																																							180	300	200	375	600	500	75	50
		b																											225												180	450	200	225	1000	600	375	150
		c																																								150		375				
35.	Monospilus dispar	a																																							60			75	100	300			
		b																															50									60			75	100			100
36.	Oxyurella tenuicaudis	a																																														
		b																																														
		c																																														
37.	Peracantha truncata	a	50	263	375	400	200	100													50							38																				
		b	*	263	863	400	1500	700	*												50	*																										
38.	Pleuroxus aduncus	a	50			100	250															100				113											25			150								
		b	50	188		100	350															150				150											375			450	180			150		100	300	
		c																																								*						
39.	Pleuroxus trigonellus	a	300	337	300	350	400	150																240	113			500		100			50				825	120	150	113	300	480	200		300	600	375	250
		b	300	337	488	350	600	150											50	50		150	100	240	113		225	600		200			50	50			825	180	50	263	500	480	200	300	400	1100	575	300
		c	100	150	300	250	300	*															50				225																				50
40.	Pleuroxus uncinatus	a																										38							*		75	60			480	225	300	600	600		600	150
		b			38																																	120	100	75	480	225	200	600	800		600	200
		c			38																																		50			200	150					75	
41.	Sida crystallina	c																								*	*	38	225	*	250	*	150	100	*			120	50	75	*	225						
42.	Simocephalus sp.	e																												*																		
43.	[illegible]	a											67						50																													75	
		b	100	75	225	50	400	100	100				43					100	50				50	60		375		75	300	100	100				300		575				120			225	100	300			50
		c																																														
	Food-shield	a	3650	1391	1763	1600	2050	1250	800	600	38	100	944	850	75	175	246	720	860	950	277	300	2000	6360	2628	17963	30075	7041	5825	2200	1200	1050	1400	580	1100	120	11110	2580	2550	1299	10650	9400	9375	6600	8200	8625	2250
	shell	b	4850	2022	2928	2050	4350	1500	1450	700	228	300	1115	750	300	375	487	820	1050	1400	314	750	2850	9375	3528	27525	39325	10650	10150	3800	2400	3600	3060	1770	2200	480	20100	4160	4110	4678	11000	14775	13400	15600	14600	15700	14625	1050
	[illegible]	c	350	186	338	250	300		600	250	113		171					120	100			125	300	480	264	150	675	450	675	450	800	75	200	240	400		825	240	800	488	360	975	900	825	700	1400	900	375	150
	[illegible] clavs	d								50	38									100	38	50	100		375								15						200									
	[illegible]	e		37													38					50		300	75																						75	
	[illegible] /sand/	f																																														

No	Species		690	680	670	660	650	640	630	625	622	620	610	605	595	586	575	570	560	550	535	530	520	510	500	490	480	470	460	450	440	430	420	410	400	390	370	360	350	340	330	320	310	300
1.	Acroperus harpae	a	100	129	120	250	360	150	200	150	100	*	250	150	172	100	300	100	43	86	225	300	200	150		200	75		250	150		225	100	75	360	375	225	300	225	225	375	150	150	75
		b	300	177	120	250	360	150	150	150	100		300	150	172	100		100	129	86	225	360	200	150		200	225		225	150		75	200	75	360	375	525	300	225	225	375	150	75	75
		c			120	100	60		100							100				86	75	120		150																				
2.	Alona affinis	a	150	300	420	550	780	225	950	525	300	300	500	1050	389	650	1575	1400	2064	817	1230	1500	1000	700	625	2350	525	300	900	375	225	75	250	300	660	225	150	600	150	225	300		300	600
		b	500	515	360	600	1020	675	1200	600	450	300	500	1650	1290	650	2475	1400	2064	946	1475	1620	1500	1000	825	2300	525	450	975	375	375	300	350	450	720	225	525	900	150	225	675	225	300	675
		c	350	472	360	450	300	600	1000	525	300	300	350	1650	1290	500	1125	800	1290	774	1170	1320	1100	500	825		450	300	900	150		300	200	450	720	225	500	150	150	225	675	225	300	675
3.	Alona costata	a																							150	200		150		225				75										
		b																							150	200				225				75										
4.	Alona guttata	a				50			100	75	50			150	43	50				43	150				200	1050	450		600	150	900	675	150	1725	1680	2625	5700	2400	2475	1725	1350	900	1500	2250
		b		*	*	150	180	75	100	75	50		50	150	43	100				43	225					550	1150	450		750	225	975	675	150	1900	1680	2625	5925	2850	2625	1650	1350	1500	1517	2250
5.	Alona guttata tuberculata	a																							75		75	150		75		75		100	75	180	75	75	300		150	75	75	75	75
		b																							75		75			75				75	180		75	450		150	225	150	75	300
6.	Alona intermedio	a																			75				225																		
		b																			150				300																		
7.	Alona quadrangularis	a	350	772	780	900	780	450	900	675	525		450	1350	825	650	1425	1400	2064	817	1230	1380	1050	650	1200	1350	750	750	1050	1125	750	150	375	100	300	360	525	450	650	450	225	675	825	750	650
		b	400	858	900	900	900	525	1200	675	525		500	1350	825	650	1425	1400	2064	946	1230	1440	1200	700	550	1350	750	750	1050	1125	750	375	375	100	525	420	600	825	1500	450	225	750	825	750	1775
8.	Alona rectangula	a	*	772	780	900	780	450	900	675	525		450	1350	825	650	1425	1400	2064	817	1230	1260	1050	650	1200	1350	750	750	1050	1125	750	150	375	100	300	360	525	450	650	450	225	675	825	750	650
		b		858	900	900	900	525	1200	675	525		500	1350	825	650	1425	1400	2064	946	1230	1320	1200	700	550	1350	750	750	1050	1125	750	375	375	100	525	420	600	825	1500	450	225	750	825	750	1775
9.	Alona rustica	a																																										
		b																																										
10.	Alona sp.	a																							150																				400
		b																							525																				
11.	Alonella exigua	a				50																	60																						
		b																					60			30																			
12.	Alonella nana	a	50																			80		200	75						75														
		b	150	150		50										100	50	50	129	43	75	60	350	200	225	150	300	450	300	75	375	300	75	75	60	225	225	300	600		75	150			
13.	Alonella rostrata	a																	*	86	150																								
		b			43										43	50			43	129	150	60	150	*	75				75	150						60		150	75						75
		b																												225														75
14.	Alonopsis elongata	a																																										
		b																																										
15.	A	a																																										
		b																																										
16.		a	750	1330					2100		2675	2550	1950	800	1100	1175	2475	1850	450	1032	854	450	260	450	200	150	350	375	600	150	300	*		*	*	540	750							
		b	1200	2059					3100		4075	3200	2100	1900	1900	2350	3450	2050	1548	1935	450	220	800	200	375	400	375	600	350	300	*		*	*	600	225							
17.		a	175	307	120	350	60	375	500	525	675	450	250	525	381	250	475	100	129	258	2550	1500	1450	2850	1650	1000	1200	2400	3000	3500	3750	7725	9150	9850	13500	9750	11025	16200	15750	12375	10125	8625	6075	4500	4500
		b	250	429	420	400	60	450	1000	600	850	750	550	525	602	700	2100	250	215	258	2550	2600	2400	2700	1975	1400	1200	2700	7150	5900	5950	7725	9000	6000	4575	11575	14100	17400	18750	14625	9375	7500	4500	4500	4500
18.		b																																										
19.		a													43	100		100	172					100	225	150	75	150	75	75	75														
		b														100		400	86					50	300	150	75		75	75	75														
		c														100		150	43							150	75																		
20.		a		179	120		420		90		100	150	50	150		225		121	172	225	180	350										150			300	75							
		b	100	129	120	150	720		50		100	150	50	150	86	*	225	*	86	172	225	180	500										200			300	75	75		75				
		c	50	86	120	150			90				50	150	86		225		86	129	225	60	100										50			225	75	75						
21.	Ceriodaphnia	e			60	*			90					75	*	50	75	50				60	50	50		*												75				*	
22.	Chydorus sphaericus	a	200	172	300	450	660		200	225	150	100	150	600	86		225					180	100				75			150		150		120		750	300	150	150	225	75	75	300
		b	450	172	300	450	1020	75	200	300	150	100	200	900	86		225					600	100				75			150		150	100	150		750		150	150	225	75	75	375
23.	Chydorus globosus	a		43	540	450	120	600											129	43		60	200	200	*	50			75		375	150		1200	720	825	1575	2100	1050	1275	75	1125	825	150	150
		b	150	43	540	450	120	615											129	43		60	200	300		50			75		525	150		1500	720	1050	1575	2100	1350	2175	600	1560	825	225	225
24.	Chydorus piger	a	100	43	180	50			100		90			225				50	43		75			150	150	150									60			75						
		b	100	86	180	50	60		100		90			225	86			50	43		75			150	225	150												75						
25.	Chydorus sphaericus	a	300	205	120	650	60		200	150			350	450	43	100	75	100		129	225	300	400	150	300	800	375	150	450	450	375	525	150	2250	1260	4800	2550	6000	4950	2775	1650	2025	2850	3000
		b	500	257	480	650	60	225	300	225			400	600	43	100	525	100		724	225	300	400	400	375	750	375	450	150	450	900	525	350	2550	1500	5700	2700	8100	6450	3075	1800	2325	3825	3225
26.	Chydorus sphaericus inflatus	a	50			50					100	100	150		86	100	150			66	75	60		150		50			75		225				60		225	150				75	150
		b	50			50					100	300	200		86	100				86		60							75		225				60		225	150				75	
27.	Daphnia longispina	d																															+									75		
		e																																									
28.	Daphnia pulex	d																																								+	
		e	50			*																																					
29.	Eurycercus lamellatus	a	300	86		100					225			150	150	43	*	75	50	172	129	75		50		150		150			75					75							
		b	300	172		150	120	375			75			350	375	250	*	450	200	257	*	225		550	350	150		150			75				*	75							
		c	80	172		100		*						50		*		75		86				50	50	130									*	75							
30.	Graptoleberis testudinaria	a																																										
		b			*	50	60		50				50			50	75	100	43	+		60			75				*															
31.	Hiltonsymptus sp.	a																																										
		b	80			50		75	50	75	100		100			100								50						75		*											
32.	Leptodora kindtii	f			120						100				*	*			43	43									75														*
33.	Leydigia acanthocercoides	a		43					50								50					120	150	150	75	150	250		75		75	75	100	225	180	150	225		150	225	150	450	675
		b		43					100									50		*		300	200	200	75	250	450		300	150	150	75	200	450	420	150	450	600	225	150	225	300	150	600	825
		c																				180		100	75	250			180			75		375	420			600	150	150	150	150		675
34.	Leydigia leydigi	a		43	60	50		75					50				150		43					150	75	150									120		150		75		150	150	375	400
		b		43	300	50		300					50		86		225		43					150	150	150									180		150		75		225	150	375	475
		c																						100	150																	150		
35.	Macrothrix diaphanus	a	150	129	60	200	120		150	150	100		50		129	50	225	200	129	86	150	240		100	75	150			75	75		*					75		75					
		b	150	172	660	250	180	75	250	225	100		50		172	100	225		129	172			50	100	225	150			75	75		*					150		75	300	75	150			
36.	Nayurella tenuicaudis	a																																										
		b																																										
		c																																										
37.	Peracantha truncata	a																																										
		b																																										
38.	Pleuroxus aduncus	a	100	172													75																												
		b	250	429										225			225																												
		c		*																																								
39.	Pleuroxus trigonellus	a	700	257	900	600		1200	1450	450	1100	300	400	375	258	750	750	760	172	258	300	420	250	150	75	700	150	300	150	375	225	150	100	150	180	225	450	300	75	375	525	150	225	525
		b	300	472	900	850		2250	1550	600	1400	300	550	450	475	850	1275	700	301	258		600	450	250	150	700	150	300	150	375	225	150	100	150	180	225	375	300	75	375	825	150	225	600
		c		129	800	150		375	300	150	150		50		258	250	750	100				180	100			150	150									*				150	225		
40.	Pleuroxus uncinatus	a	50	86	540				100	600	100	300	250	750	683	400	75	50	430	215	675	360	250	750	300	250	75		225		75	75		235	480	225	225				500		75	300
		b	100	215	540	50			100	825	150	300	400	1200	854	550	75	100	473	215	675	420	100	350	100	400	75		225		75	75		235	480	225	225						375
		c												525					129	86		180		100										75	480	75								
41.	Sida crystallina	d	50	*	60	50	60	75			50	*	50	75	129	50	75			*	75	*	50	*	75	50	150			75					60						150		150
		e																												75														
42.	Simocephalus sp.	e				*	120				*															50																		
43.		a				50	60				200		50		123	110			86			60		100																			
		b		65		150				150						50								50																		75		
		c																																										
	Head-shield	a	2250	4300	6000	7100	4140	5250	6750	6225	6550	3650	4100	7215	4332	5910	6600	4110	5068	3902	6985	8415	6040	7600	5350	4650	5400	10375	7125	6450	10725	4150	13125	10920	25635	24825	33275	28275	22425	26925	11850	12625	26275
	Shell	b	1500	6725	5280	9500	6840	6115	6200	9600	6550	4500	7150	11625	9194	7900	10350	6760	7084	5241	7950	10050	9860	7850	10350	6475	8500	11500	7875	8075	11475	5050	14725	12915	30360	29625	37975	34050	26175	37650	15000	14782	29800
	Postabdomen	d	500	836	1460	1000	420	1050	1650	750	500	600	550	2400	1763	1050	2250	1060	1634	1025	1680	840	1500	1200	1275	900	825	1050	900	300	1475	450	250	900	1680	375	650	750	525	575	1050	675	1200	1350
	Postabdominal claw	d																													75													
	Antenna	e	50		60		120		50		100			75		50	75	50				60	50	50		50											75							150
	Antenna / tail /	f			120														43	43			50						75														150

No.	Species /cm/		290	280	270	260	255	240	230	220	210	200	190	180	170	160	150	140	130	120	100	90	80	70	60	55	40	30	20	10	0
1.	Acroperus harpae	a	50	+	150	150	225	75	200		75			150					75	150	525	150							50		
		b	50		150	150	300	75	200					75						200	525	450	75							50		
		c	50					75													150		75								
2.	Alona affinis	a					75	300		300	75			375		75	450			100	750	675	300	1200	300	225	150	75			150
		b	350	375	225	150	375	450	200	300	150	150		450	225	300	450	300	675	250	750	750	600	1275	300	225	150	75	50		150
		c	250	375	225	150	375	450	200		150	300		450	225	300	375	300	300	250	450	750	600	675	225	225	150	75	50		
3.	Alona costata	a								225			225																		
		b											225																		
4.	Alona guttata	a	50	1875	3000	750	2175	975	650	975	375	350	1050	1350	2025	1950	1650	3075	1800	1650	750	2025	1650	1950	550	750	2325	1425	650	50	150
		b	50	1800	3000	825	2400	975	550	975	450	350	1050	1350	2250	1950	2100	3225	1950	1850	750	2025	1800	2250	600	750	2325	1425	700	50	150
5.	Alona guttata tuberculata	a		75	75				50	375			75	150	150			75	75	150	300	75	300			150			150	150	
		b		75	75				50					150						150	300		300			150			150	150	
6.	Alona intermedia	a																													
		b																													
7.	Alona quadrangularis	a	100	675	300	600	300	300	150	375		200	975	1125	825	600	900	900	750	1050	600	975	1425		100	225	150		150		
		b	100	675	300	75	375	300	200	375		250	975	1350	900	600	975	1050	750	1200	675	1125	1575		150	300	150		200		
8.	Alona rectangula	a	200	750	525	300	1125	450	150	150	75	750		900	900	825		150	600	1350		3450	825	675		750	300	1125	400	100	
		b	250	750	525	300	1200	450	150	150	75	850	+	900		750		150	675	1650		3525	825	675		750		1125	450	150	
9.	Alona rustica	a	100	75				150						75										+							
		b						150						75																	
10.	Alona sp.	a																													
		b					300	+		225	150								450	100			150			150			200	200	
11.	Alonella excisa	a																		50	75										
		b						75												50	75					75					
12.	Alonella nana	a	100	75	300	75										75			75	100		225									
		b	100	75	300	225	225	150							150				75	100	350	300	375	450							
13.	Alonella rostrata	a																													
		b			75					75										100	+	75 225						75			
14.	Alonopsis elongata	a																													
		b																													
15.	Anchistropus emarginatus	a																													
		b																													
16.	Bosmina coregoni	a							+																						
		b																													
17.	Bosmina longirostris	a	2600	4725	7350	6000	11150	5925	1650	5700	300	1100	1575	6900	5925	9300	16800	9075	8475	9800	5025	9450	10275	6300	3500	3975	2550	1875	1000	100	
		b	2050	6375	7350	6750	14350	6375	1650	6150	375	1400	2325	7875	7875	10125	13875	9750	8475	13400	5025	10725	12600	7725	3500	4350	2325	2400	1150	150	300
18.	Bosmina reflexa	a																													
		b																								+					
19.	Camptocercus lilljeborgii	a																													
		b																													
		c								75																					
20.	Camptocercus rectirostris	a	50				75														75	225	75	150							
		b	50				150														150	375	150	150							
		c		75														75		100	150	225			100						
21.	Ceriodaphnia	a												75	150				75						50						
22.	Chydorus globus	a		375	75					225	150	100	225	675	375	225	375	900				375	225	300	400	450	600	525			
		b		375						225	150	100	225	675	450	225	375	675	225		225	450	225	300	400	450	600	600	250		
23.	Chydorus globosus	a	400	150	750	225	375	750	50	600	225	750	750	675	750	375	600	450	1725	750	1525	1875	750	750	600	525	1200	675	250		
		b	500	225	750	225	525	225	250	750	225	750	750	750	1050	1200	2100	525	1800	900	1600	1875	1050	1200	600	300	1350	825	350		
24.	Chydorus piger	a					75											75	75												
		b					75	225	100									300		300	225					300	300	225			
25.	Chydorus sphaericus	a	350	1275	1800	1200	2225	1125	400	2025	975	1400	975	3825	2400	2925	3300	4800	5175	2500	1950	1725	1650	2850	1800	2325	1950	1425	1150	150	450
		b	600	1500	1725	1950	3300	1175	950	2850	1050	1400	675	2700	3825	3150	4725	3825	3525	3450	1950	2100	1725	2925	1800	2475	2025	1650	1300	200	600
26.	Chydorus sphaericus paelustris	a																			375		375			300					
		b	100									200									375		375			525		150			
27.	Daphnia longispina	d			+																										
		e			+																										
28.	Daphnia pulex	d																													
		e																										75			
29.	Eurycercus lamellatus	a																	75												
		b	50																225		75										
		c	50																	100	75										
30.	Graptoleberis testudinaria	a																	75	100											
		b		150	+		75							75	150	150	150		75	100	75	75	75	225	50	75	75				
31.	Iliocryptus sp.	a																													
		b																		50		75				75				50	
32.	Leptodora kindti	f																													
33.	Leydigia acanthocercoides	a	50	525	450	825	600	450	100	450	150	300	525	675	975	600	525	600	225	450	450	450	525	150	450	100		150	75	100	
		b	150	375	450	975	825	450	100	450	225	300	525	675	975	675	675	675	225	500	450	450	1125	150	750			150	150	100	
		c	150	450	150	300	525	225	100	225			450	600	975	675	525	+	225	450	450	450	675	150	600			150	150	50	
34.	Leydigia leydigii	a	50		525	75	450	225		75			300	75	300	300	225	150	225	250			75								
		b		150	525	75	450	225		75			300		300	300	375	450	300	250			150								
		c		150	300			150								300	375			500			150								
35.	Monospilus dispar	a																	75		75										
		b				75													75		75										
36.	Oxyurella tenuicaudis	a																											100		
		b																			75								100		
		c																											50		
37.	Pleuroxus truncatus	a																		50											
		b	100	150			75			75	+			150				+		100			150	+			150				
38.	Pleuroxus aduncus	a																													
		b																													
		c																													
39.	Pleuroxus trigonellus	a	250	225	525	75	150		50	225	300	300	450	1800	225	225	150	225	150	250	150	150	300	300		150	75	75			
		b	300	450		75	150		50	225	450	300	450	1800	225	225	225	375	225	350	150	150	450	300	100	150	75	75			150
		c								225				+	150					100		75									
40.	Pleuroxus uncinatus	a																			225	75	225	75					50		
		b	50	150	150	150			100	75	75	100	75	75			75				225	75	375	75					50		
		c			150				150												75										
41.	Sida crystallina	c							100						150					50	75	75	75								
		d				75			+		+									500	75										
42.	Simocephalus sp.	e			+				+						75			+		50											
43.	unknowns	a		150																											
		b		150																	150										
		c																													
	head-shield - a		4350	10950	15600	10425	24000	10125	4050	12375	3450	5550	6900	17475	14100	18375	18350	11100	8850	11750	12850	21375	19675	15075	7450	9825	9525	7075	4050	550	750
	shell - b		5550	13950	15600	12600	27150	11300	5000	12975	3975	7875	7575	18900	17025	20250	24750	19650	23475	24300	14650	25500	23175	18300	7200	11625	9500	8550	5100	950	1350
	postabdomen - c		200	1050	825	450		900	450	450	150	200	450	1575	1650	1275	900	750	1050	1650	1425	1950	1050	1275	325	675	375	300	200		
	postabdominal claw - d					75														300											
	ephippium - e																														
	abdomen /end/ - f													75	225					50					50		75				

No.	Species	Width	440	430	420	416	410	400	390	380	370	360	350	340	330	325	320	310	304	300	290	280	270	260	250	240	230	220	210	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90
1.	Acroperus harpae	a	50		250	100	114	400	225	150	150	300	375	150	225	75	225	300	225									75												
		b	150	150	250	250	114	400	225	150	375	450	225	450	225	150	225	375	225	225	225							75												
		c			100		114	150			225	75			*			150		225	150																			
2.	Alona affinis	a	350	300	350	200	114	75		225	450	300	300	375		75	150	350	300	225	375	150							450	600	300	200								
		b	600	500	350	250	114	300		225	525	600	300	375	300	300	300	750	300	300	375	150	50	150	150	300	75	300	375	450	600	375	200	*	150	114					
		c	450	100	100		114	300				450	225	375	225	300	300	750	300	300	375	150	50	100	150	300	75	300	375	300	600	300	200		100	75					
3.	Alona costata	a									150		*			75	150																						
		b									225					75	150																							
4.	Alona guttata	a		400	400	400		2625	2925	1725	1575	750	1775	2700	2250	600	225	1125	750	900	450	450	200	850	1125	2850	1425	3825	2400	1800	5175	375	350	200	150	75			75		300	300
		b	300	450	550	400		2700	3150	1725	1575	750	2700	2850	2250	600	300	1275	750	900	450	450	200	1000	1125	2925	1425	3825	2400	1800	5250	375	450	400	200	200	114				300	300
5.	Alona guttata tuberculata	a		100	100			150		150					150		150	150	75	525	525			50		150	75	75	150	75	75		50								
		b		150	100		38	150			75	300					150	150	75	225	525					150	150		150				50								
6.	Alona intermedia	a																																							
		b																																							
7.	Alona quadrangularis	a	100	100	150	100	152	150	525	75	675	375	675	825	1125	600	150	1575	825	900	450	225	100	200		525	150	600	1200	975	975	600	300	100		114					
		b	100	150	150	100	152	225	525	75	750	375	750	825	1125	600	150	1800	825	900	450	225	100	200		525	150	600	1200	975	975	600	300		*	114					
8.	Alona rectangula	a						1500	150	1050	1350	525		750	300	375	600	300	450	75		300		50	75	610	450	625	150	150	525	150	50		100						
		b						1500	225	975	1350	525		750	375	375	600	300	450			300			75	675	450	*	150	150	525	150	100		100						
9.	Alona rustica	a									150					75													150											
		b									150					75													150											
10.	Alona sp.	A															150	300																					
		b															75														300					75	300			
11.	Alonella exigua	a	150		100	100		75			75	75		75						75				50	75			75	75			50		38						
		b	50	150	150	100		75	75			150		75			*			75		150		150	75		75				*	100		38						
12.	Alonella nana	a								75		300	75	225	150	300	75			75						75		75	75	150	75									
		b	150	100	100	50		75	75	75	150	300	450	450	75	450	675	150	150	525	225							75	300	225	225									
13.	Alonella rostrata	a					38				75																													
		b					228			*		75			75																										
14.	Anchistropus emarginatus	a																										75												
		b																																						
15.	Bosmina coregoni	a						*																																
		b	*					*	*			*																												
16.	Bosmina longirostris	a	950	2800	[illegible]	1800	790	6650	1805	6925	22350	5250	5400	3000	4125	4125	4125	14700	4575	5850	4125	3525	350	1350	2250	12225	7350	13725	9300	9375	9000	1800	950	100		75	75				
		b	1450	2950	2050	1800	912	9675	9750	6150	22950	5250	6150	6300	5400	4575	4725	15975	4725	6150	4425	3975	400	2350	2925	14850	8475	18975	9825	10200	9000	1800	1350	250	*	114	75				
17.	Camptocercus lilljeborgi	a																																						
		b																																						
		c									*																													
18.	Camptocercus rectirostris	a	100	100	50	100	114	75																				75												
		b	100	100	50	100	75	225		75	75	225	225	75	150	75	75	150		75	150							75				50								
		c	*					225				75																												
19.	Ceriodaphnia sp.	a												*					75			150						75				200	50						150
20.	Chydorus gibbus	a		250				225	225		150			225			225	450	300					50					150	150	225	150	50			38				
		b		250	*			225	375		150	75		300			225	450	375					50		150		*	150	150	225	150	50	100						
21.	Chydorus globosus	a		50				375			225	675	360	375	150	150	225	275	75			200	250	150	300		375	300	525	675	75			50						
		b		50	*			475	300		750	1050	1275	600	150	300	150	450	450	300		200	250	150	300		375	375	600	675	75		100							
22.	Chydorus piger	a	50																																					
		b	50	*		50																													38					
23.	Chydorus sphaericus gracilis	a								450		300		225		225																			38					
		b			200					450	150	300		225		225																								
24.	Chydorus sphaericus	a	150	300	450	100	266	2625	2250	975	1350	2025	2325	1650	1500	975	900	2625	1200	1125	1050	1425	1400	1500	1000	2700	1950	5475	2825	3150	3600	2925	1400	400	200	304		150		150		
		b	150	300	550		304	2625	2850	1050	2100	2925	2325	1875	2100	975	900	3150	1500	1125	1125	1425	1400	1450	2400	4500	1950	7200	3750	3750	5100	3250	1850	550	200	304					
25.	Daphnia sp.	a							75					75	150	75								75							*									
26.	Eurycercus lamellatus	a				150			75						75	75		75																						
		b	50			150			75			*			75	75		225															100							
		c	50						75																			75					100							
27.	Graptoleberis testudinaria	a					38												75	150					75	225	75		75	375	150		50							
		b			50				225			150	*	75	75	75		*	75	150				50		150			75					50						
28.	Ilyocryptus sp.	a																																						
		b																																						
29.	Leydigia acanthocercoides	a		100		100		225	150	150	450	300	450	900	525	375	375	375	300	375	450	225	150	350	150	375	225	600	375	525	525	*	50			38					
		b		100		100		375	150	150	450	375	600	900	525	375	375	1125	300	375	450	225	150	350	150	525	225	600	400	625	525	150	50			38					
		c		*		50		150	150	*	450	*	375	375	150	300	225	600	300	150	450	75	150	300	150	300	525	400	375	400	375	150		150	50						
30.	Leydigia leydigii	a						150	300	*	75	300	450	300	450	375	75	600	225		75	75		100	75	750	150	975	225	*	150									
		b						150	300	*	150	300	450	300	525	375	75	675	225		75	75		150	75	825	150	975	300	150	225									
		c						*	100				300	*	225	*												375												
31.	Monospilus dispar	a																										75												
		b																																						
32.	Oxyurella tenuicaudis	a																													150	100								
		b																													*	100								
		c																	75	75												*								
33.	Peracantha truncata	a						75				75		75									250	50	150		75	75	150	150		75								
		b						*				75		75					75					50	150		75	75	150	150		75	50		50					
34.	Pleuroxus striatus	a										225				*	75		150		150	75		150	150														
		b										*				*	75					75		150															
		c																						100															
35.	Pleuroxus trigonellus	a	50	100	100	150	152		150	150	675	300	225	450	150	150	375	375	100	150	150		100	50	150	225	150	375	375	300	75	75	100	150	50					
		b	100	100	100	150	152		150	150	675	375	225	450	225	150	375	375	150	150	150		150	50		225	150	375	450	300	225			150	50					
		c									150		75	225	225	75	75	225	75	75	75		50					375	300	150	75								
36.	Pleuroxus uncinatus	a		*	50			375					225					150						100		225	75		150	225	225	300	50							
		b		50	50			375					150		300			150						100		225			225	225	225	150	50							
		c						75					150																				*							
37.	Pleuroxus sp.	a												225																										
		b												225																										
38.	Sida crystallina	c	50	50		50		150				75				75		75	*	150			50	50		150			75	75	75									
		d				50							*																											
39.	Simocephalus sp.	e			50						75					75										75														
40.	unknown	a	50													75			75																					
		b		100		100			225			100		150																										
	head-shield	- a	3000	4800	3600	3300	1786	17350	14700	11100	29925	12300	14525	14325	11625	8550	5400	24225	9975	10950	7650	6825	2500	5150	5200	21075	12300	26575	18450	16300	21900	6900	3750	850	500	756	75		75		300	300
	shell	- b	3050	5650	4700	3550	2069	19550	18675	11250	32625	14875	16950	16800	14850	9525	9225	28050	10650	11550	8625	7125	2900	6500	7425	26325	13350	33375	20900	20275	23925	7425	4800	1500	700	912	300	300	150		300	450
	carapace	- c																																						
	postabdominal claw	- d	950	150	200	100	228	1050	375		825	1125	825	975	825	450	675	1575	750	600	975	525	300	150	300	750	300	1650	975	900	900	300	550	50	100	113					
	ephippium	- e				50												75																						
					50				75		75			75		150			75			150			75		75	75					200	50						

No.	Species	Depth (cm) / sample	16	18	20	22	24	28	32	35	40	42	45	47	50	52.5	55	59.5	60	65	67.5	70	72.5	75	80	83	87	90	96	99	102	105	110	112	114	117	120	125	129	135	140	145	150	155	159	165	170	175	180
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
1.	Acroperus harpae	a			200	2100	750	1260	300	100	200	200	600	300	300		100	300	420	300	150	500	900	450	200	450	420	240	1725	150	686	263	863	1028	450	262	450	400	38										
		b			100	2200	1020	260	300	100	200	200	500	300	300	100	100	300	420	375	200	600	1000	500	250	450	420	240	1800	400	729	413	978	1286	500	380	450	400	38										
		c					300	480			100		200	200					180	150			100	250		150	150		450	50		188	186	386	100		300											
2.	Alona affinis	a				400	225	120	300	200	200	100	300	200						450	150	150	150		100	300	120	60	225	150	86	38		171	150	187	300											
		b				1100	675	120	300	300	200	100	400	300			300			300		200	100		200	200	240	120	225	150	471	150		43	150	262	300											
		c				100	450	120			300			100								350	150	50		50	60	120	75	150	428	150			150	262												
3.	Alona guttata	a																													171		38													38	100	
		b																													171		38	129	50												100	
4.	Alona quadrangularis	a			100	300	75				500	100	300	200					120		100		100	100			60	120	300	50	343		113	300	150	187	450										
		b			500	1500	450			*	500	100	300	200	*				120		100		100	100			60	300	300	200	557		263	471	200	187	450										
		c				200	75				100												50					300					171	200													
5.	Alona rectangula	a			200	1800	825	360	75		500	100	400			100	100	300	360	150			350	50		100	300	600	200	300	814	150	338	471		150	150	150	38								250	150
		b			300	2000	1050	660	75	*	500	100	400		*	100	100	300	420	150			500	50		100	300	660	300	350	814	225	380	514	100	187	150	150	38	50							250	150
6.	Alona sp. /?/	a																				*				200		*																	*		450	
		b																																														
7.	Alonella exigua	a																																													300	113
		b																																													300	187
8.	Alonella nana	a					300	120																							75																	
		b			100	600	525	780	375	*	*	*	300	100					60					100							488	38	257	150	113	487	150	100	38						*			50	
9.	Alonella rostrata	a																																												*			
		b																																												113			
10.	Bosmina coregoni	a				800		120		100			900	100	100		100																															
		b				800	600	120		100	500		600	200	500		200						100																									
11.	Bosmina longirostris	a				300							500	100			100					50																										
		b				200	75				100		400	100			100					50																										
12.	Bosmina sp.	b			400				*							100					100					100	180	120			75	386			38													
13.	Camptocercus lilljeborgi	a																										60	*																			
		b																										60																			
		c																																														
14.	Camptocercus rectirostris	a				100																						180	450		428			343	250		150										
		b				300																				*	60	180	450	50	471		38	514	350	38	300	50										
		c																										180	450		342			257		38	300										
15.	Ceriodaphnia sp.	e				100	75							*															75	*																		
16.	Chydorus globosus	a			400	1200	300	260	750	400	700	800	400	400	600	200	600	600	1000	2000	450	900	100	650	350	500	600	2280	300	850	900	638	525	343	650	380	450	200	750	350	350					150	337	2350	300
		b			400	2200	300	500	825	500	300	800	600	400	600	200	900	750	1000	2000	450	900	300	650	350	500	640	2280	3000	1100	900	713	938	343	700	525	450	250	75	350	350					150	337	2450	412
17.	Chydorus latus /?/	a				800	125												200	225						100	40		225	250	170	150				113												
		b				500	300		*										200	400						100	200	*	300	450	170	150				150												
18.	Chydorus piger	a						120																100				60	225		43	38																
		b			100	300		120										150		150			*	100				60	225		86	75				*												
19.	Chydorus sphaericus	a	*	*	100	3300	1200	1080	675	600	800	600	400	400	700	1200	350	500	450	1560	750	400	1450	750	950	2050	900	1560	1440	2925	600	514	488	675	300	300	300	600	200	75	50	50				*	225	862	2200	450
		b	*	*	300	4000	1650	2220	600	700	600	600	400	900	1600	400	500	450	1680	750	450	1600	1050	1000	2100	900	1800	1440	3450	650	600	600	1050	300	300	338	600	200	75	50	200				*	225	975	2400	450
20.	Chydorus sphaericus coelatus	a																					250	150			180		300	50		75			38												350	
		b																				50	250	500			240		300	200		75			150												500	
21.	Daphnia longispina	d																	180	150				150			60	120																				
		e																	120								*	60																				
22.	Daphnia pulex	d						120			*		*			100							100																										
		e																																													
23.	Daphnia sp.	e				200								*	*		*					*							150	50	*	38			50			*							100	
24.	Eurycercus lamellatus	a																				50				150	120		450		214		225		200	225		50									*
		b																			100	100				250	120		525		214	113	225	86	300	*	150	50	38		*						38
		c																			100	100				200	120		150		128		113	86	300	225			*								
25.	Graptoleberis testudinaria	a																										*	150		*																
		b																									*																				
26.	Iliocryptus sp.	b							*	200	*									150								*	300		38																
27.	Leydigia acanthocercoides	a																										120																				
		b				300																						120																				
		c				100																																										
28.	Leydigia leydigi	a				500																																										
		b				500																																										
29.	Leptodora kindti	f												*		*				150		*		*	50		120	*																				
30.	Pleuroxus trigonellus	a		*	100	200		120				*								*		*				150	*	120	225	100	128			*		128	150										
		b		*	200	200		180					100													150		120	225	100	171	75	38	86		180	150										
		c																								150		60							75												
31.	Pleuroxus uncinatus	a																			*														350	200										100	
		b																			*														350	200	*	50	38							100	*
		c																																	150			100	38									
32.	Sida crystallina	c																									*																				
		d																									*																				
33.	Simocephalus sp.	e									*																*			*																	
34.	[illegible]	a																																														
		b						180																			500				171	113		86			38				100	200					38	38		
		c																																86															
	Head-shield - a shell - b postabdomen - c postabdominal claws - d ephippium - e abdomen /end/ - f				900	11200	4800	4960	1800	1400	2700	1900	4000	2000	2200	650	1500	1650	3660	3425	1250	3100	2450	2450	2700	2200	3400	5220	7550	2350	4492	1915	2777	2871	2500	2283	2400	1050	939	500	400					413	1239	5650	1013
					2500	16500	7700	7140	2475	1900	3400	1900	4200	2500	3000	900	2000	1950	3900	4425	1600	3450	3300	3050	2900	3350	4260	5620	11550	3650	5525	3303	4312	4243	3150	3347	3150	1300	340	550	750					413	1501	6700	1237
					100	300	825	600			200		200	200		100			180	450	100	550	150	300	150	760	360	720	1125	200	896	338	299	943	900	375	900	100									
								120											180	150		100		150			60	120																				
						300	75												120									60	225	50		38			50												100	
																				150					50		120																				

No.	Species		545–550	540–545	530–535	525–530	515–520	505–510	500–505	495–500	485–495	480–485	470–475	460–465	455–460	445–450	435–440	425–430	415–420	400–405	390–395	380–385	370–375	365–370	360–365	350–355	340–345	325–330	320–325	310–315	295–300	285–290	275–280	265–270	255–260	245–250	235–240	185–190	175–180	165–170	95–100	65–70	55–60	45–50	35–40	20–25	10–15
1.	Acroperus harpae	a	•	•	•	300	50	200		300	150	50	200		300	75	300	100	150	100	150	200	200	50	150	150		338	100	75	75					•										
		b				300	50	200	50	350	150	50	200	100	200	75	300	100	150	100	150	150	250	250	150	150		413	100	113	75	50															
		c				100				100	100														50	150					75															
2.	Alona affinis	a				100	100	200		150	100				150	113	113		•	100		150	50	200	150	200	200	38		113	38	50														
		b	•			400	150	350	200	250	300	50		100	200	113	263	200	150	150	100	200	500	250	200	250	250	150	150	113	50	100														
		c				400	150	200	200		300			150	200		75		•	150	100	200	•	150	200	250		150		113																
3.	Alona guttata	a													50		113	150	375	150	200	200	500	150	250	200	150	225	250	225	113		•		•	•		•							
		b				100				•					50		113	150	400	250	200	150	150	150	250	200	150	225	250	300	113	100														
4.	Alona guttata tuberculata	a		•												75	50	50		100	150			150	100	150	100		100	75		50		•									150	
		b														75	50			100	150			150	100	150	100	113	100	150		50											75	150
5.	Alona quadrangularis	a		75		100		50		400				50	300		338	250	150	150	250	250	250	150	250	400	200	225	100																
		b				100		50		400				50	300		450	250	150	200	250	250	250	150	250	300		225	100																
6.	Alona rectangula	a				50				100			100		250		338	150	150	200	250	700	650	200	100	100	200	563		188	150	150	50												
		b				100				250			100		300		450	150	150	200	250	800	900	200	100	550	250	600	150	188	150	200	50												
7.	Alona sp.	a																												38	200														
		b																													300	100	50											100	
8.	Alona cf. exigua	a													50				•	•				50		100	100	75	150	38	75	100	•		•	150										
		b													50	38			•	100	100			100	50	100	100	75	150	113	75	100	50			150										
9.	Alonella dentifera	a																									100																		
		b																																											
10.	Alonella nana	a		•	•	50				•					50					100	100		50	200	150	150	113	250	150				100												
		b				450	250	300	150	350	150	100	100	100	150		338	300	675	150	250	100	850	800	500	850	450	488	250	225	188	100		100												
11.	Alonella rustica	a																			50			50		100																		
		b																						50		100																		
12.	Alonella rostrata	a					50							50			225			250		250	300	250	100	100		38	150	38															
		b															225	200	150	250	•	250	850	300	200	250		263	200	38			50												
13.	Bosmina coregoni	a								800	100	50	150		500						200				100		100																	
		b			•	250	100	200		1250	100	50	200		500						250				150																			
		c								•					•						•				•																			
14.	Bosmina longirostris	a								150					50		900	600	1050	2700	1300	2550	1300	2350	1200	2300	550	875	1250	238	75	50	•												
		b								150	50				150		2063	1100	2100	4900	2100	4500	4600	3850	2050	3150	1250	1950	1400	1575	263	150													
15.	Bosmina reflexa	a													50																													
		b													100																													
16.	Camptocercus rectirostris	a				50				50							150		150	•		100																						
		b				50		•		50					150		267		150	100		100	•	50	50	100	50	75	50	38															
		c				50				•							75							50				75			75	50													
17.	Chydorus gibbus	a										100			100		500						•	100	50	50		75		38	188														
		b										100			100		800					100		100	50	50		75		38	188														
18.	Chydorus globosus	a		75		100		200	300	400	150		100	100	50		188	100	75	50	•	200	50	100	150	100	50	38	250	38															
		b		75		150		300	400	450	150		100	100	50		225	100	75	50	•	700	200	100	150	100	50	38	350	38															
19.	Chydorus sphaericus	a	•	75	•	50	150	200		200	200	100	200	200	350	188	388	300	200	250	150	400	300	400	350	350	450	263																
		b		75		250	200	200		300	250	100	200	300	500	263	788	500	1500	350	100	750	700	600	400	800	600	600																
20.	Chydorus sphaericus cael.	a		225					100	100							150		150	100	100	100	100	200	150	150	150	75	300	188	300	250	100		•	•		•	75	150		•	150	100	
		b															150		150	100	100	100	100	200	150	150	400	75	400	113	338	350	100	150						500	150		150	100	
21.	Chydorus latus	a								•													50				00		250	75	38														
		b						50															50				100		250	150	38														
22.	Chydorus piger	a											50																															
		b							100				50										100		250			150																
23.	Ceriodaphnia sp.	e			•								50						•	50	100		150				50			38	75													
24.	Daphnia sp.	e											50	•		38					150	200									•	100												
25.	Eurycercus lamellatus	a				400	100		150	250	300		100		100	75	113				50		50	50	50		200	150	50	113														
		b	•		•	500	150	350	300	300	500		100	300	100	75	188	100	•		100	•	•	50	50	100	200	225	50	150	113														
		c				300	150	100	250		450	50		300	100	75	75	•			100			50	50	100	150	150		150	75														
26.	Iliocryptus sp.	a																										•															
		b							100	•																	50																	
27.	Leydigia acanthocercoides	a								50							150		150	150	150	200	50	150	50	100	150	113																
		b															225		150	150	150	200	150	100	50	100	150	113																
		c								50							150		150	150	50	100		100	50	50		113																
28.	Leydigia leydigi	a							50	•					250		188	50	225	450	200	200	250			100	50		50		150													
		b							50						250		225	50	225	450	200	200	250			100	50		50		150													
		c													150		75		150	250							50		50														
29.	Monocepilus diaspar	a								•																																	
		b																																									
30.	Leptodora kindti	f													50											50	50																	
31.	Pleuroxus trigonellus	a								350					50		263	50	75		350	50	•	100	200	150	150		150	150		100	•		75						150			
		b								400				•	50		263	50	75	50	350	150	•	100		150			200	150	113	100	50		75		•		•		225		•	
		c													50		75									150	50		200	113	75													
32.	Pleuroxus uncinatus	a							50	•					200		300	100	100	250	100	150	100	250		100	100	113	50	113	38													
		b				•			50		150				200		300	150	300	250	100	250	100	100		100	100	363	50	113	38													
		c																						100				188	50														
33.	Graptoleberis testudinaria	a								50		50			100	50	150	•	75	100	250	100	150	50	50	100	100	38			225	250	50	150										
		b																	75						50		100		100	113	100	150	225	450	•	150								
34.	Peracantha truncata	a																50			150		100			50	75					50												
		b			•			•	•				50		50			50	150	150	100	50	250	100	100		100	75					50												
35.	Sida crystallina	c				50	50			50		50	50				150	•	•	50	100	100	100		•	50	50	150	50	300	•													
		d																		50	100		100	100							38												
36.	[illegible]	a																			50		150				75	150															
		b																		50																							
	head-shield	- a		225		900	400	900	600	3100	1000	300	650	350	2850	526	4888	1850	4200	4750	3750	6030	4800	4950	3400	5250	3400	3916	3500	2693	1540	1150	250	250		225				75	150		150	150	100	150
	[illegible]	- b		375		2650	950	1900	1100	4450	1800	500	1100	1150	3600	677	7317	3450	6775	8100	5300	6800	10200	8050	5300	8100	4650	6304	4300	4055	2105	2250	350	450		225				300		150	225	150	175	250
	[illegible]	- c				900	350	300	450	200	850	100	50	450	300	75	675		300	600	350	400	100	480	350	700	280	826	500	678	225													
	[illegible] else	- d																		50	100		100	900							38													
	[illegible]	- e											100		50	38				50	250	200	150				50			38	75	100													
	abdomen /end/	- f																								00	50																	