

INSTYTUT BOTANIKI
im. W. Szafera
POLSKIEJ AKADEMII NAUK
w KRAKOWIE

PRACA DOKTORSKA

27

K O N R A D W O Ł O W S K I

GLONY WYSTĘPUJĄCE NA ZŁOŻU ZRASZANYM
OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW OSIEDLA KLINY W KRAKOWIE

Praca została wykonana
w Instytucie Botaniki PAN
w Pracowni Algologii
p o d k i e r u n k i e m
Prof. dr Jadwigi Siemińskiej

K R A K Ó W 1 9 8 5



65 306

S P I S T R E Ś C I

	str.
W s t ę p	1
Opis oczyszczalni	7
Metody pracy	11
Systematyczny przegląd gatunków	14
Charakterystyka zbiorowisk występujących na powierzchni złoża zraszanego	46
Kolejność zasiedlania powierzchni kamieni przez poszczególne gatunki glonów	52
Charakterystyka glonów występujących w zbior- niczku koło zraszacza	55
Zachowanie się glonów i bakterii przetrzymy- wanych poza złożem	57
Omówienie wyników badań	66
W n i o s k i	76
L i t e r a t u r a	79

W S T Ę P

Problemy związane z koniecznością unieszkodliwiania ścieków, a tym samym zapobiegania ujemnym skutkom jakie wywołują w środowisku naturalnym, były znane już w starożytności, szczególnie w rejonach o wysoko rozwiniętej cywilizacji np. w Indiach, Babilonie, na Krete /Starmach, Wróbel, Pasternak 1978/. Obecnie zagadnienie to dotyczy niemal wszystkich państw całej Ziemi zważywszy fakt, że stale wzrasta ilość ścieków różnego typu, które odprowadzane są do naturalnych zbiorników wodnych powodując ich użyźnianie, zanieczyszczenie i zniszczenie. Pogłębia to stale zwiększający się deficyt wody użytkowej.

Dlatego też, od chwili gdy ścieki stały się elementem zagrażającym wodom naturalnym, prowadzone są na szeroką skalę badania nad sposobami skutecznego oczyszczenia ścieków przy wykorzystaniu metod fizycznych, chemicznych i biologicznych. Te ostatnie uważane są powszechnie za najbardziej skuteczne i nie przynoszące wtórnych zanieczyszczeń, szczególnie w przypadku oczyszczenia ścieków bytowo gospodarczych.

Jedną z powszechnie używanych metod oczyszczenia ścieków jest zastosowanie tak zwanych złóż biologicznych. Najczęściej stosowane są złoża zraszane lub spłukiwane, tarczowe lub wieżowe.

Złoża zraszane zostały wybudowane przez Corberta w Salford w Anglii na przełomie XIX i XX wieku /Cargill 1975/. Złoża te układane są w obmurowaniach w kształcie ściętych stożków lub walcowatych kolumn o wysokości 1,8-4 m, z kamie-

ni, koksu lub żużla, a także coraz częściej z materiałów sztucznych. Ścieki są rozpryskiwane na nie z góry w postaci deszczu. Złóża zraszane znajdują zazwyczaj zastosowanie do oczyszczania małych ilości ścieków. Ich wydajność zależy od składu i rozwoju organizmów występujących na powierzchni materiału wypełniającego złożę w postaci grubych, śluzowatych powłok bakterii, glonów, grzybów oraz zwierząt bezkręgowych. Zużywają one substancje wchodzące w skład ścieków, przyczyniając się do ich biodegradacji. Takie zbiorowiska organizmów tworzą biocenozę zwaną peryfitonem /po polsku poroślami/; w technice sanitarnej noszą one nazwę "błony biologicznej".

Badania złóż zraszanych były przedmiotem wielu rozpraw naukowych i opracowań inżyniersko-sanitarnych na całym świecie. Jakkolwiek bowiem mineralizacja ścieków polega na procesach chemicznych, biorą w tym udział organizmy żywe. Dla wyjaśnienia ich działania przede wszystkim konieczne jest rozpoznanie jakie to organizmy odgrywają tutaj rolę. Pierwszą charakterystykę organizmów występujących na kilkudziesięciu złożach zraszanych podał Kolkwitz /1910/ w biologicznym studium złożonego kompleksu oczyszczalni ścieków Berlina w Stahnsdorf. Z tej samej oczyszczalni z dwu nowych typów złóż zraszanych, silniej obciążonych ściekami, zbudowanych wg. amerykańskich wzorów, Bethge /1940/ dał przegląd występujących organizmów na podstawie cotygodniowych analiz.

Na złożach zraszanych dobrze poznany jest skład gatunkowy występujących tu bakterii, szczególnie zooglealnych /m.in. Hotchkiss 1924, Butterfield, Wattie 1941, Unz, Farrah 1976/, grzybów /zwłaszcza opracowania: Cooke 1954, 1957,

Painter 1954, Cooke, Moore, Kobler 1956, Curtis 1969, Curtis i in. 1971/ i zwierząt bezkręgowych w tym głównie pierwotniaków /Frye, Becker 1929, Liebmann 1949, Barker 1946, Czapik 1958, Stanisławska 1963 a, Curds, Cookburn 1970/, owadów a zwłaszcza muchówek /m.in. Fair 1934, Tomlinson i in. 1949, Hawkes 1955, Williams, Taylor 1968, Hawkes, Shephard 1972/. O glonach publikowane są na ogół tylko ogólnikowe lub wrywkowe wiadomości, niekiedy wyjęte z nieopublikowanych maszynopisów; trzeba ponadto wziąć pod uwagę, że złoża zraszane lokalizuje się często w krytych halach lub stosuje rozmaite zadania, które ograniczają dopływ światła hamując lub uniemożliwiają rozwój tych roślin.

W podręcznikach hydrobiologii i inżynierii sanitarnej podawane są tylko ogólnikowe wzmianki o występowaniu glonów na powierzchni złoż zraszanych /Liebmann 1960, Hawkes 1963, Uhlmann 1982, Starmach 1978, Kocwa 1977, Pawlaczyk-Szpilowa 1978/. Interesującą obserwację o zależności barwy powierzchni złoża od obfiole występujących mikroorganizmów, w tym ogólnikowo wspomnianych glonów, podał Uhlmann /1982/ za Hänelem /1971/ w podręczniku hydrobiologii dla inżynierów sanitarnych; dotarcie do oryginalnego opracowania jest jednak niemożliwe, gdyż był to maszynopis rozprawy doktorskiej Hänela /1971/.

W literaturze światowej są następujące opracowania: w klasycznej rozprawie Kolkwitza /1910/ znajdujemy krótkie uwagi o sposobie występowania 12 gatunków glonów na odkrytych złożach zraszanych w oczyszczalni ścieków w Stahnsdorfie. Z tej samej oczyszczalni, ze złoż silniej obciążonych ściekami Bethge /1940/ wymienił 8 taksonów glonów, z czego dla połowy

podał nazwy gatunkowe a pozostałe określił tylko do rodzaju.

Tomlinson /1941, cyt. za Fjerdingstadem 1964, s. 109/ podając skład organizmów żyjących na złożach zraszanych w Wielkiej Brytanii wspomina o występowaniu "asocjacji z *Chlorella*" oraz wymienia po jednej sinicy i zielenicy oznaczonych tylko do rodzaju. Liebmann /1949/ z eksperymentalnego złoża w Munich wspomina z glonów tylko jeden gatunek sinicy i okrzemki. Króciutką ale interesującą wzmiankę o 8 gatunkach glonów występujących na złożach zraszanych oczyszczalni ścieków w Kopenhadze i w Herlev koło Kopenhagi podał Jorgensen /1952/.

Badając złoża zraszone w Dayton, Ohio, w Stanach Zjednoczonych Cooke /1959/ starał się podać możliwie dokładny skład organizmów, w tym odnotował obecność 15 taksonów glonów /w tym 3 oznaczone tylko do rodzaju/ jednak bardzo ogólnikowo wspomina o sposobie ich występowania. Fjerdingstad /1964/ charakteryzując zbiorowiska mikroorganizmów roślinnych występujących w zanieczyszczonych rzekach Danii nawiązał do zbiorowisk występujących w rozmaitych typach oczyszczalni ścieków: w duńskich złożach zraszanych spotykał w bakteryjnych powłokach sporadycznie po dwa gatunki sinio i zielenie oraz trzy gatunki okrzemek; dostęp światła musiał tam zatem być słaby.

W Polsce prace nad złożami zraszanymi koncentrują się przede wszystkim wokół zagadnień technicznych, technologicznych i fizykochemicznych, rzadziej biologicznych. Oceny postępu rozwoju badań nad złożami zraszanyimi, splukiwanymi i wieżowymi w oparciu o dane z literatury zagranicznej i własne badania przedstawił Kowal /1958/; jednak o występowaniu glonów na tego typu oczyszczalniach ścieków wzmiankował tylko

ogólnikowo opierając się na niedokładnie cytowanych publikacjach Tomlinsona i Rudolfsa /tej ostatniej nie udało się zidentyfikować/.

W oryginalnych opracowaniach: Luchterowa /Luchterowa, Perkowska, Czapikówna 1960/ z eksperymentalnego złoża pracującego w laboratorium wzmiankowała o obecności glonów, ale podała nazwy jedynie dwu gatunków okrzemek; Januszko /1965/ z powierzchni złoża - ale płytowego - zainstalowanego dla oczyszczalni ścieków mleczarskich w Szaflarach wymieniła tylko jeden gatunek okrzemki; Puđo /1978/ w oczyszczalni w Pieskowej Skale, na złożu zraszonym przykrytym stwierdziła występowanie jednego gatunku eugleny oraz pięciu gatunków okrzemek. Ogólnikowo wspominają o występowaniu glonów także Marczak i Zieliński /1957/ oraz Łuczak, Malaszewska, Rybak /1978/ nie wymieniając gatunków.

W przepisach metodycznych mających ułatwić pracę osobom sprawdzającym działanie oczyszczalni ścieków, w tym i złoż zraszanych, Stanisławska /1971 str. 23/ postawiła glony na ostatnim miejscu ustalając kolejność znaczenia grup systematycznych organizmów przy ocenie przebiegu biologicznego oczyszczania ścieków; nie podała ani jednego gatunku glonów spotykanych na złożach lub w innych oczyszczalniach ścieków.

Zatem wiadomości zarówno w literaturze światowej jak i krajowej o występowaniu glonów na złożach zraszanych są bardzo skąpe, co dało impuls do podjęcia badań.

Celem niniejszej pracy było oznaczenie i scharakteryzowanie glonów występujących na złożu zraszonym oczyszczalni ścieków osiedla Kliny w Krakowie. Badania te miały wskazać

na ewentualne zmiany zachodzące w składzie glonów w cyklu rocznym oraz na kolejność zasiedlania powierzchni kamieni.

Złoże tej oczyszczalni nie było przedtem przedmiotem szczegółowych badań biologicznych. Z obecnie omawianych materiałów w druku ukazały się informacje o występowaniu żab na złożu /Wołowski, Siemińska 1980/ i o znalezieniu gatunku okrzemek nowego dla flory Polski /Wołowski 1984/.

Pracę wykonałem w Pracowni Algologii Instytutu Botaniki PAN w Krakowie, pod kierunkiem Pani Profesor Jadwigi Siemińskiej, której składam serdeczne podziękowanie za życzliwą pomoc, opiekę oraz cierpliwość jaką darzyła mnie w trakcie prowadzenia badań i przygotowywania maszynopisu. Panu Docentowi Wiesławowi Stawińskiemu wdzięczny jestem za pozwolenie prowadzenia badań w oparciu o Zakład Dydaktyki Biologii Instytutu Biologii WSP w Krakowie. Panu Docentowi Franciszkowi Kaczmarskiemu dziękuję za sfotografowanie niektórych okazów okrzemek w mikroskopie elektronowym /TEM/ w Instytucie Pediatrii Akademii Medycznej w Krakowie. Pani Barbarze Krupowej dziękuję za rady i wskazówki udzielane w czasie wykonywania rysunków. Pracownikom laboratorium chemicznego oczyszczalni ścieków w Płaszowie dziękuję za udostępnienie wyników analiz chemicznych.

O P I S O C Z Y S Z C Z A L N I

Oczyszczalnia ścieków osiedla Kliny w Krakowie jest usytuowana w południowej części miasta, w odległości 150 m na zachód od skrzyżowania trasy wiodącej z Krakowa do Zakopanego z drogą do Swoszowic. Została wybudowana i uruchomiona w 1965 roku i zajmuje teren o powierzchni ok. 0,5 ha. Oczyszczane są w niej ścieki z osiedla Kliny, liczącego wraz z osiedlem Jugowice ok. 3200 mieszkańców. Ilość ścieków przepływających przez nią wynosiła około 140 m^3 na dobę. Jest to oczyszczalnia mała, mogąca przyjmować $230-250 \text{ m}^3$ ścieków na dobę.

We wstępnej fazie ścieki oczyszczane są mechanicznie z zanieczyszczeń stałych przy pomocy kraty zamontowanej w kanale doprowadzającym ścieki do oczyszczalni /rys. 1a/. Następnie przedostają się do dwóch osadników Imhoffa. Są to betonowe, odkryte zbiorniki o średnicy 5 m i głębokości 9,40 m, zagłębione w ziemię tak, że wystają tylko 10 cm nad powierzchnią ziemi. W osadnikach przebiega proces sedymentacji zawieszin niesionych przez ścieki oraz fermentacja osadu. Ścieki pozbawione stałych zanieczyszczeń kierowane są do studni zbiorczej, skąd przepompowywane są ponad powierzchnię złoża. /W przypadku dużych opadów atmosferycznych i przepływu większej ilości ścieków lub awarii urządzeń oczyszczalni, część z nich przedostaje się przelewem burzowym bezpośrednio do kanału odpływowego/. Za pomocą zraszacza obrotowego rozpryskiwane są na złoże w postaci deszczu, co zwiększa dodatkowo

ich stopień natlenienia. Wokół rury doprowadzającej ścieki do ramion zraszacza znajduje się betonowa obudowa, w której gromadziły się ścieki spływające z ramion zraszacza, lub wydostające się z nieszczelnych łączeń rur i przelewały się często na powierzchnię złoża w jego centralnej części.

Złoże obudowane jest betonową kolumną /rys. 1b/ o wysokości 3,85 m i średnicy 7 m. Złoże ma wysokość tylko 3,25 m, a ponad jego powierzchnią wystaje 60 cm wysokie obrzeże betonowej kolumny. Górną warstwę złoża stanowił tłucz kamienny; średnica kamieni wahała się od 3 do 7 cm, rzadko do 10 cm. Dolna warstwa złoża zbudowana była z żużla. Złoże podtrzymywane jest specjalnym rusztem, co pozwala na swobodne przeciekanie oczyszczonych ścieków z powierzchni złoża na dno, a także ułatwia cyrkulację powietrza wewnątrz złoża. Do tego celu służą przede wszystkim specjalne otwory wentylacyjne wykonane w dolnej części kolumny będącej obudową złoża. Po przejściu przez złoże ścieki spływają do betonowego koryta i nim odprowadzane są do osadnika wtórnego, gdzie następuje ponowna ich sedimentacja, po czym odprowadzane są rowem odpływowym do potoku Wilga. W przypadku stwierdzenia bardzo niskiego stopnia oczyszczenia ścieków mogą one być kierowane z osadnika wtórnego ponownie do studni zbiorczej i na złoże.

Powierzchnia złoża tej oczyszczalni nie jest niczym przykryta ani osłonięta dachem; wystawiona jest na działanie warunków atmosferycznych. Dopływ światła umożliwia rozwój glonów.

Ścieki wpływające do oczyszczalni, tak zwane ścieki surowe, mają właściwości typowe dla ścieków bytowo gospodarczych.

W okresie prowadzenia niniejszych badań zawierały tłuszcze, detergenty, chlorki, amoniak, azotyny, azotany oraz siarczany i fosforany. Jak wynika z analiz prowadzonych raz w miesiącu /tabela I, III/ przez pracowników laboratorium chemicznego w Płaszowie ich zawartość nie była duża, lecz ulegała zmianom w różnych porach roku. Największą zawartość detergentów stwierdzono w kwietniu 1979 r. /33,5 mg/dm³/ co korelowało z dużą zawartością fosforanów /8,5 mg PO₄/dm³/ oraz chlorków /130 mg Cl/dm³/ . Zmianom ulegały także wskaźniki zanieczyszczenia, to jest: biologiczne zapotrzebowanie tlenu /BZT₅/, chemiczne zapotrzebowanie tlenu /ChZT/, a także utlenialność i ilość zawiesin /tabela I, III/. W trakcie badań największe ChZT odnotowano w listopadzie 1980 r. /492 mg O₂/dm³/ natomiast największe BZT₅ /170 mg O₂/dm³/ odnotowano w grudniu 1979 r., pH ścieków utrzymywało się na poziomie 6,8-7,6 /tabela I, III/. W dużym stopniu wahaniom ulegała temperatura ścieków, podobnie jak temperatura powietrza /tabela II, IV/.

Duży wpływ na własności chemiczne ścieków miały prowadzone zabiegi chlorowania ścieków, w przypadku stwierdzenia w nich dużej zawartości bakterii chorobotwórczych, co miało miejsce w maju 1980 roku; wcześniejszych i późniejszych terminów chlorowania złoża nie dało się ustalić. W czasie prowadzenia badań zauważono, że pracownicy oczyszczalni dokonywali także zabiegów mechanicznych mających na celu oczyszczenie powierzchni złoża z nadmiaru organizmów. W tym celu czyszczono kamienie przy pomocy miotły wiklinowej lub przewracano kamienie łopatami, wydobywając na powierzchnię kamienie znajdują-

ce się w jego głębszych warstwach. Zabiegi te były prowadzone w lipcu 1980 i październiku 1981 r. 16 maja 1979 roku nastąpiła awaria pomp na oczyszczalni co spowodowało brak dopływu ścieków na złoża; w tym samym roku w listopadzie stwierdzono kilkudniową przerwę w pracy złoża, jednak nie udało się ustalić jej przyczyny. W okresach zimowych przy temperaturach minusowych powietrza stwierdzano, że otwory wentylacyjne były zamrożone.

M E T O D Y P R A C Y

P r ó b y do badań pobierano z powierzchni złoża z kamieni stanowiących jego wypełnienie oraz ze zbiorniczka okalającego rurę doprowadzającą ścieki do ramion zraszacza; konieczne było zachowanie dużej ostrożności, gdyż istniała możliwość zakażenia się pasożytami i bakteriami chorobotwórczymi. W okresie dwóch lat badań /1979 i 1980/ próby pobierano raz w miesiącu od stycznia do grudnia, a w 1981 r. pobierano próby tylko w styczniu, marcu, czerwcu, wrześniu i grudniu. Ogółem zebrano i zakonserwowano 53 próby. Ponadto w trakcie badań przed pobraniem prób wykonywano pomiar temperatury ścieków wypływających na złoże zraszczone oraz ich pH. /Tabela II, IV/

Materiał przeznaczony do badań na żywo pobierano do termosów o pojemności 0,25 l i przewożono do laboratorium. Część materiału była utrwalana na miejscu mieszaniną złożoną z 3 części alkoholu metylowego i 1 części formaliny 40% /Star-mach 1963/. Glony porastające kamienie zdrapywano skalpelem z powierzchni ok. 2 cm² i umieszczano w probówkach 10 ml, natomiast glony znajdujące się w zbiorniczku okalającym ramię zraszacza pobierano wraz ze ściekami pipetą i umieszczano w probówkach 10 ml. Próby mieszano z utrwalaczem w stosunku 1:5.

W 1980 roku przeprowadzono obserwację nad kolejnością pojawiania się gatunków glonów na powierzchni kamieni złoża: czyste kamienie ułożone na 4 metalowych koszach w odległości około 40 cm od powierzchni złoża i co 4-6 dni pobierano po

dwa kamienie do analizy mikroskopowego składu organizmów. Obserwacje prowadzono przez 54 dni.

W kwietniu 1980 roku wybrano z powierzchni złoża kamienie porośnięte glonami; umieszczone w szklanych naczyniach wypełnionych ściekami przetrzymywano na świetle w temperaturze pokojowej i obserwowano jak reagują poszczególne gatunki na zmienione warunki życia. Podobne obserwacje przeprowadzono na próbach pobieranych ze zbiorniczka znajdującego się wokół rury doprowadzającej ścieki do ramion zraszacza: próby o objętości około 100 ml pobierano do słoika o pojemności 250 ml; obserwacją objęto tylko obficie występujące tam eugleniny.

Do badań używano mikroskopu świetlnego Typ MB-10 produkcji PZO z okularzem 10x i obiektywami 10x, 40x, 100x. Wymiary komórek mierzono przy pomocy okularu ze śrubą mikrometryczną K-15 Carl Zeiss, Jena, a także przy pomocy okularu z podziałką mikrometryczną PZO - 8x. Rysunki wykonano przy pomocy okularu rysunkowego MNR - 10x produkcji PZO, uzyskując powiększenia 200x, 800x, 2000x.

W trakcie badań starano się zidentyfikować glony ze wszystkich grup systematycznych, z wyjątkiem niektórych okrzemek wymagających specjalnego opracowania. Dlatego też w przypadku wybranych gatunków gromady Bacillariophyceae korzystano z fotografii wykonanych w transmisyjnym mikroskopie elektronowym /TEM/.

Wszystkie organizmy roślinne niezależnie od formy występowania /jednokomórkowe, kolonie, nitki/ były traktowane jako pojedyncze osobniki. Ich ilość szacowano w następujący sposób:

+ - pojedynczo, 1 - bardzo mało, 2 - mało, 3 - średnio, 4 -
dużo, 5 - bardzo dużo.

SYSTEMATYCZNY PRZEGLĄD GATUNKÓW

W pracy przyjęto układ systematyczny za Pascherem według Starmacha /1963/. Oprócz glonów omówiono także makroskopowe bakterie i masowo występujące grzyby. Przy każdym taksonie podano w nawiasie autora monografii lub pracy szczegółowej, w oparciu o którą gatunek został oznaczony. Korzystano przy tym z kolekcji ryćcin glonów kompletowanej w Pracowni Algologii Instytutu Botaniki PAN pod kierunkiem Pani prof. J. Siemińskiej.

Omówienie występowania gatunków przygotowano w oparciu o odpowiednie monografie; występowanie na terenie Polski zestawiono na podstawie kartoteki stanowisk gatunków opracowywanych również pod kierunkiem prof. J. Siemińskiej.

Ogółem w oczyszczalni ścieków zidentyfikowano 31 taksonów organizmów roślinnych w tym 3 bakterie, 6 sinic, 8 euglenin, 9 okrzemek, 4 zielenice i 1 grzyb. Wśród nich po raz pierwszy znaleziono w Polsce okrzemkę *Navicula accomoda* i sinicę *Lyngbya aerugineo-coerulea* f. *maior*; znaleziono drugie stanowisko polskie zielenicy *Hypnomonas chlorococcoides*, a ponadto dość rzadko spotykaną sinicę *Gloeocapsa crepidinum* i okrzemkę *Navicula atomus*.

B a c t e r i o p h y t a

Zoogloea ramigera Itzigschon /Buchanan, Gibbons eds. 1974/
/rys. 2/.

Skupiska bakterii płatowate, około 3 mm długie, niereg-

larnych kształtów, wyraźnie palczasto rozgałęzione. Kolor skupisk lekko słomkowszary. Komórki ułożone w kierunku wzdłużnym, regularnie, w galaretowatej błonie, pałeczkowate, tępo zaokrąglone na szczytach, 1-1,5 μm długie i 0,5 μm szerokie.

Skupiska występowały na powierzchni złoża przez cały okres badań.

Gatunek kosmopolityczny, pospolity w wodach zanieczyszczonych, zwłaszcza stojących; występuje też w różnego typu oczyszczalniach ścieków /Fjerdingstad 1955, Liebmann 1960/, jest gatunkiem saprobiontycznym /Fjerdingstad 1965/.

Z terenów Polski podawany bardzo często.

Beggiatoa alba /Vaucher/ Trevison /Starmach 1966/ /rys. 4/.

Nici proste, czasami lekko powyginane, bezbarwne, nie zróżnicowane na podstawę i szczyt, bez pochew. Końce nici zaokrąglone. W komórkach starych organizmów są wyraźnie widoczne ziarenka siarki. Komórki w zarysie kwadratowe lub ich długość dwa razy dłuższa od szerokości, zwykle 2,5-5 μm szerokie.

Na powierzchni kamieni złoża częste przez cały okres badań. Pojedyncze nici spotykano także w zbiorniczku okalającym ramię zraszacza.

Gatunek kosmopolityczny; charakterystyczny dla źródeł siarkowych i dla wód zawierających siarkowodór, pospolity w ściekach /Curtis 1969, Starmach 1966/, spotykany też w skoncentrowanych ściekach fekalnych /Weimann 1952/, jest gatunkiem saprobiontycznym /Fjerdingstad 1965/.

Z Polski podawany bardzo często.

Sphaerotilus natans Kützing /Buchanan, Gibbons odn.1974/
/rys. 3/.

Tworzy makroskopowe, gęste skupiska cienkich nici o konsystencji śluzowatych kosmków, koloru białego opalizującego do szarobiałego, lub lekko brązowego, niekiedy sięgały one długości 6 cm. Spotykano pojedyncze nici ale bardzo rzadko. Komórki cylindryczne, 4,7 μm długie, 2-2,4 μm szerokie, tworzą cienkie nici otoczone śluzowatymi pochwami.

Na kamieniach złoża tworzy płatowate, szarobiałe, opalizujące skupiska, obfite przez cały okres badań. Często obserwowano gromadzenie się tych bakterii na betonowym obrzeżu zbiorniczka okalającego rurę doprowadzającą ścieki do ramion zraszacza.

Gatunek kosmopolityczny, pospolity w wodach płynących i stojących silnie zanieczyszczonych łatwo rozpuszczalnymi związkami organicznymi, pospolity na oczyszczalniach ścieków wszystkich typów /Fjerdingstad 1965, Turoboyski 1979/, jest gatunkiem saprobiontycznym /Fjerdingstad 1965/.

Z Polski podawany bardzo często.

C y a n o p h y t a

Microcystis incerta /Lemmermann/ Starmach /Starmach 1966/
/rys. 5/.

Kolonie o nieregularnych kształtach, wydłużone, otoczone

galaretką bezbarwną, niekiedy lekko żółtawoszarą. Otoczka czasami niewidoczna na brzegach i w starych koloniach, które są najczęściej poprzerywane. Komórki ułożone w koloniach gęsto, kuliste, 0,4-0,5 μm średnicy, bez wodniczek gazowych.

Częste przez cały okres badań na powierzchni kamieni oraz w zbiorniczku koło zraszacza.

Występuje w rozmaitych typach zbiorników wodnych, szczególnie w lecie niekiedy tworzy zakwity; gatunek bardzo zmienny /Starmach 1966/.

Z Polski podawany: z zanieczyszczonych solnisk podłączonych /Pliński 1973/; z planktonu Jeziora Maltańskiego zanieczyszczonego wodami rzeki Cybiny /Stefko 1976/; z planktonu Jeziora Pątnowskiego pozostającego pod wpływem chłodniczych wód podgrzanych z elektrowni i ścieków cukrowniczych /Burchardt 1977/; z epifitonu jezior dystroficznych położonych na terenie Borów Tucholskich /Oleksowicz 1978/; ze zbiornika Pławnowice Duże /GOP/ o wodach eutroficznych, mezosaprobnych /Skalska 1979/.

Gloeocapsa crepidinum Thuret /Starmach 1966/ /rys. 6/ /fot.1/

Plechy wyraźnie galaretowate, szeroko rozpostarte, łatwo rozpadające się, żółtoszare lub oliwkowobrazowe. Pojedyncze kolonie 17,5-20 μm średnicy, złożone najczęściej z 4-8 komórek, rzadziej z dwóch. Komórki zwykle kuliste, czasami spłaszczone i kanciaste, mają osłonki bardzo cienkie, nie-warstwowane, lekko oliwkowożółtawe. We wnętrzu plechy osłonki nie są widoczne, przeważnie zlane w galaretowatą masę, co

utrudnia obserwację pojedynczych kolonii. Średnica komórek bez osłon 4-8 μm , z osłonami 5-9 μm ; niekiedy okazy większe: bez osłon 10,5-14 μm , z osłonami 15-17,5 μm . Spotykano też czasami komórki o średnicy 2-3 μm , o słabym zabarwieniu fioletowym, pojedynczo lub po dwie i w skupiskach luźno ułożonych i otoczonych wspólną błoną; są to prawdopodobnie nanocyty. Uwolnione dają początek nowym koloniom /rys. 6k/.

Na powierzchni kamieni złoża sinica ta tworzyła przez cały okres badań czyste skupiska brunatnoszare, lub brązozielone.

W przyrodzie występuje pomiędzy innymi glonami na kamieniach lub tworzy często galaretowate błoniaste naloty, najczęściej na brzegach mórz i wód słonawych /Geitler 1932, Starmach 1966/.

Z Polski podawana: z Bałtyku przy południowym moło w porcie gdyńskim /Mańkowski, Rumek 1975/; z planktonu Jeziora Pątnowskiego odbiornika wód chłodniczych podgrzanych z elektrowni i ścieków cukrowniczych /Burchardt 1977/; ze zbiornika retencyjnego Dzierżno Duże silnie zanieczyszczonego ściekami miejskimi z Kłodnicy i farmy tuozu w Rzeczycach /Różycka 1980/.

Lyngbya aerugineo-coerulea /Kützing/ Gomont f. *aerugineo-coerulea* /Kondratieva 1968/ /rys. 7/.

Nici pojedyncze lub w skupiskach, 105-300 μm długie, powyginane. Pojedyncze nici są koloru jasnoniebieskozielonego, w skupiskach jest on bardziej intensywny, do szarozie-

lonego. Pochwy cienkie, nie warstwowane, bezbarwne, nie zabarwiający się od chlorku cynku z jodem. Szczytowe komórki trychomu zaokrąglone, czasami lekko zwężone, 5 μm szerokie. Komórki przy ścianach poprzecznych nie wcięte, bez granulacji, /1,5/ 2-3,5 μm długie, 5-6,5 μm szerokie, niekiedy w zarysie kwadratowe. Spotykano także trychomy pozbawione pochwy.

Na powierzchni kamieni złoże występowało przez cały okres badań.

Gatunek pospolity, występuje w wodach stojących i płynących, częsty na gnijących przedmiotach, a także w edafonie /Elenkin 1949/, spotykany także w torfiastej glebie /Starmach 1966/, rzadko spotykany w planktonie /Kondratieva 1968/.

Z Polski podawany: ze ścieżek w nadrzecznych wierzbinach nad rzeką Mszanką i Rabą w Mszanie Dolnej /Starmach 1962/; z rzeki Soły zanieczyszczonej ściekami z fabryki papieru i z browaru /Wasylik 1965/; z silnie zanieczyszczonych solnisk podłęczyczkich /Pliński 1973/; z planktonu silnie zanieczyszczonego Jeziora Maltańskiego w Poznaniu /Stefko 1976/; z planktonu zbiorników wodnych na terenie zalewu Kotowskiego i Junikowskiego /Olejniczak, Szelaąg 1979/.

Lyngbya aerugineo-coerulea f. *maior* Elenkin /Elenkin 1949/ /rys. 8/.

Szerokość trychomów 7,5 μm /nieco szersze niż podaje Elenkin 1949, str. 1644: 6,9-7,2 μm /, wysokość komórek

2-4,5 μm , nici 8-9 μm szerokie.

Spotykana na złożu w pojedynczych okazach razem z formą typową.

Odmiana z Polski dotąd nie podawana.

Phormidium sp. /rys. 9/.

Plechki koloru jasnoniebieskozielonego, czasami lekko żółte, występują w małych skupiskach lub jako pojedyncze nici wśród innych glonów. Nici lekko powyginane, wiotkie, łatwo rozpadające się; pochwy bardzo cienkie, bezbarwne, nie warstwowane, rozplywające się lub ich brak. Komórki wyraźnie wcięte przy ścianach poprzecznych, bez granulacji, na szczytach zaokrąglone nie zwężone, 2-3 μm szerokie, 1-1,5 μm długie, owalne lub szeroko eliptyczne, ściśle przylegające do siebie.

Nici są bardzo podobne do *Phormidium pristleyi* Fritsch /Starmach 1966/ ale gatunek ten podawany jest z wód stojących z Antarktydy. Nici podobne są też do *Ph. jankelianum* G. Schmid, a także do *Ph. molle* /Kützing/ Gom. f. *tenuis* W. et G.S. West, jednak istnieje duża rozbieżność wymiarów komórek.

Znajdowano na powierzchni kamieni złoża przez cały okres badań lecz nie we wszystkich próbach i jako pojedyncze okazy.

Oscillatoria terebriformis Agardh f. *terebriformis*
/Kondratieva 1968/ /rys. 10/ /fot. 2/.

Trychomy proste, czasami lekko powyginane, 210-400 um długie, występują w dużych skupiskach tworząc szaroniebieskozielone plechy; czasami spotykano pojedyncze trychomy. Trychomy na szczytach lekko zwężone i tępo zaokrąglone, bez kaliptry, czasami nie zwężone. Komórki nie wcięte przy ścianach poprzecznych i bez granulacji, 3,5-6,5 μm szerokie, 1,5-4 μm długie, zwykle dwa razy tak szerokie jak długie; bywają także komórki w zarysie kwadratowe.

Występowała na powierzchni kamieni złoża zraszanego w całym okresie badań, w dużych ilościach.

Występuje w wodach zimnych i gorących, mineralnych /Elenkin 1949/, spotykany w glebie /Kondratieva 1968/. Jest gatunkiem saprobiontycznym /Fjerdingstad 1965/; występuje pospolicie w różnych typach wód /Starmach 1966/.

Z Polski podawany: wśród glonów żyjących na ścieżkach w nadrzecznych wierzbiniach nad rzeką Mszanką i Rabą w Mszanie Dolnej /Starmach 1962/; ze źródeł i stawów o wodach wapiowo-węglanowych w Rogoźnie pod Domaniewicami w powiecie Łowickim /Pliński 1970/; ze stawów karpiowych i rowów na terenie gospodarstwa Polskiej Akademii Nauk w Gołyszcu, woj. Katowickie /Skalna, Tarnowska, Żurek 1973/; z rzeki Bzury pod Wyszogrodem /Kotlina Warszawska/ zanieczyszczonej ściekami z Sochaczewa, Chodakowa i Pruszkowa /Rakowska 1976/; z planktonu Jeziora Maltańskiego w Poznaniu zanieczyszczonego ściekami organicznymi /Stefko 1976/; z planktonu Jeziora Rusałka zanieczyszczonego substancjami pochodzenia organicznego /Kotlińska 1976/; z pięciu jezior dystroficznych położonych na terenie Borów Tucholskich /Oleksowicz 1978/.

Euglenophyta

Euglena viridis Ehrenberg 1830 f. *viridis* /Gojdics 1953/
/rys. 11//fot.34/.

Komórki wrzecionowate, z lekko wyciągniętym, niekiedy ukośnie ściętym przednim końcem, zwężające się ku tyłowi i zakończone wyraźnym bezbarwnym wyrostkiem. Poruszają się bardzo szybko i są silnie metaboliczne. Wić równa długości komórki lub krótsza od niej; spotykano także okazy bez wici, nieruchome. Stigma duża, czerwonopomarańczowa, około 4 um średnicy, umieszczona na rezerwuarze. Peryplast gęsto, delikatnie prążkowany, co nie zawsze jest widoczne. Chromatofory wstążkowate o zróżnicowanej długości, ułożone w postaci gwiazdy, której promienie zbiegają się w centrum komórki ponad jądrem, gdzie zgromadzone są ziarna paramylonu. Jądro umieszczone w tylnej części komórki. Komórki 52,5-60 μm długie, 12,5-18,5 μm szerokie.

Niektórzy autorzy podają w opisach niewłaściwie "chromatofor w postaci gwiazdy" /Popova 1955, Asaul 1975, Starmach 1983/, podczas gdy jest 7-12 wstążkowatych chromatoforów ułożonych w kształcie gwiazdy /Gojdics 1953/.

W zbiorniczku koło zraszacza częsty tylko do maja 1980 r.; w tym samym czasie spotykany niekiedy na powierzchni kamieni złoza.

Gatunek kosmopolityczny /Asaul 1975/, częsty w małych zbiornikach z wodą płynącą i stojącą, żyje w toni wodnej, najczęściej przy dnie /Popova 1955, Starmach 1983/; wystę-

pują w znacznych ilościach wskazuje na obecność silnych zanieczyszczeń organicznych; saprobiont /Fjerdingsstad 1965/.

Z Polski podawany bardzo często z wód czystych i zanieczyszczonych.

Euglena pisciformis Klebs /Klebs 1883/ /rys. 12/.

Komórki cylindryczno-wrzecionowate lub rzadziej wrzecionowate, nieco asymetryczne, w przednim końcu lekko zwężone, w tyle zakończone bardzo krótkim nieznacznym wyrostkiem. Niekiedy spotykano okazy kulistawe, nieruchome. Wić sięga $3/4$ długości komórki lub jest tak długa jak komórka; obserwowano okazy bez wici. Stigma mała, pałeczkowata, umieszczona poniżej rezerwuaru. Chromatofory dwa, przyścienne, płytkowate, o nieregularnych brzegach; w każdym znajduje się jeden, dwuskorupkowy pirenoid. Ziarna paramylonu drobne, pałeczkowate, zwykle 3-4 w komórce, czasami niewidoczne. Jądro małe, umieszczone w tylnej części komórki. Komórki bardzo ruchliwe, metaboliczne, 22,5-25,5 μm długie, 10,5-13,5 μm szerokie; komórki nieruchome ok. 14,5 μm średnicy.

Szerokość komórek jest większa niż podaje Klebs /1883: 7 μm /, natomiast mieści się w granicach podawanych przez: Huber-Pestalozziego /1955: 7-11 μm /, Popową /1955: 8-12 μm /, Asaul /1975: /5/-7-11-/12,8/ μm / i Starmacha /1983: /5/-7-11-/12,8//.

Okazy znajdowano wolnoplływające w ściekach w zbiorniku koło zraszacza tylko do maja 1980 r., przeważnie w niewielkich ilościach; w tym samym czasie bardzo małą ilość

okazów przeważnie nieruchomych spotykano niekiedy na powierzchni złoża.

Gatunek kosmopolityczny /Starmach 1983/, występuje w małych zbiornikach wodnych, w przybrzeżnych wodach jezior i rzek, w wodach słodkich i słabo zasolonych /Popova 1955/, podawany też ze ścieków i z oczyszczalni ścieków /Asaul 1975/; gatunek saprofilny /Fjudingstad 1965/.

Z Polski podany: z rzeki Sokołówki, zanieczyszczonej związkami pochodzenia organicznego w wyniku spływu wód z pól i łąk oraz stawu rybnego w okolicach Łodzi /Pliński 1970/; ze źródeł i stawów /wody wapniowo-węglanowe/ w Rogoźnie pod Domaniewicami w województwie łódzkim /Pliński 1970/; z silnie zanieczyszczonych solnisk podłęczyckich /Pliński 1973/; z planktonu Jeziora Pątnowskiego odbierającego wody podgrzane i ścieki cukrownicze /Burchardt 1977/.

Euglena hemichromata Skuja /Skuja 1948/ /rys. 13/.

Komórki wrzecionowate, ku przodowi lekko zwężające się, zaokrąglone i lekko ukośnie ścięte, w tyle zwężające się i zakończone bezbarwnym wyrostkiem. Ujście gardzieli położone nieco z boku. Wić sięga 1/2 do 3/4 długości komórki. Pływają bardzo szybko wykonując obroty wzdłuż długiej osi ciała, metaboliczne. Stigma duża, wyraźnie widoczna, owalna, czasami o nieregularnych kształtach, umieszczona na rezerwuarze z boku. Chromatofory liczne, płytkowate, lekko wydłużone. Pirenoidów brak; ziarna paramylonu liczne, umieszczone w środkowej części komórki, cylindryczne i pałeczkowate, duże. Ją-

dro duże, przesunięte nieco ku dolnej części komórki. Peryplast skośnie gęsto prążkowany. Spotykane okazy były 63-75 μm długie, 15-22 ^{μm} szerokie.

Gatunek jest bardzo zbliżony pokrojem komórki do *E. viridis* i *E. proxima* /Skuja 1948, s. 185-186/.

Znajdowano jedynie nieliczne okazy w ściekach nagromadzonych w zbiorniczku koło zraszacza tylko do maja 1980 r.

Gatunek podawany z wód słodkich i zasolonych /Biernacka 1963/; występuje w drobnych zbiornikach Europy i Azji /Starmach 1983/.

W Polsce podawany: z Zatoki Gdańskiej /Biernacka 1963/; z zanieczyszczonego i zasolonego potoku Koohłówka na Górnym Śląsku /Skalska 1975/; z Jeziora Maltańskiego w Poznaniu zanieczyszczonego ściekami /Stefko 1976/; z Jeziora Pątnowskiego /pow. Konin/ zanieczyszczonego ściekami z cukrowni i podgrzanyymi wodami chłodniczymi z elektrowni /Burchardt 1977/; z planktonu Bałtyku południowego /Ringer 1978/.

Euglena proxima Dangeard /Asaul 1975/ /rys. 14/.

Komórki wrzecionowate, w przodzie tępo zaokrąglone, zwężające się ku tyłowi i zakończone bezbarwnym wyrostkiem, bardzo silnie metaboliczne, pływają szybko wykonując przy tym intensywne ruchy wicią. Wić tak długa jak komórka lub sięga do 1/2 jej długości. Komórka może tracić wić, ale nie pełza. Stigma jaskrawoczerwona, owalna, zwykle położona na rezerwuarze, bywa że umieszczona jest blisko niego, a nie bezpośrednio na nim. Chromatofory liczne, tarczowate o re-

gularnych kształtach, czasami lekko wydłużone, bez pirenoidów. Ziarna paramylonu drobne, pałeczkowate, cylindryczno-elipsoidalne, rozmieszczone w całej komórce. Peryplast lekko spiralnie prążkowany. Jądro położone w tylnej części komórki lub centralnie. Komórki 40-68,5 μm długie, 16-22 μm szerokie.

Okazy znaleziono w ściekach nagromadzonych w zbiorniczku koło zraszacza, gdzie występowały w zmiennych ilościach tylko do 1980 r. Często po przewiezieniu prób do laboratorium tworzyły na powierzchni wody zieloną błonkę, traciły wówczas wić i przybierały kształty kuliste.

Gatunek kosmopolityczny, występujący w małych zbiornikach wodnych tworzy zakwity neustonowe /Starmach 1983/; spotykany także w planktonie, najlepiej rozwija się przy pH 7-7,8, spotykany również przy pH 4,4-6,5, znosi słabe zasolenie /Popova 1955/, częsty w ściekach i notowany na oczyszczalniach różnego typu /Fjerdingstad 1965, Asaul 1975, Nemeth 1980/; zdaniem Fjerdingstada /1965/ jest gatunkiem saprofilnym.

Z Polski podawany często: z planktonu stawów karpio-
wych w Ochabach nawożonych nawozami azotowo-fosforowymi /Bucka 1966/; z planktonu nowych stawów przesadkowych gospodarstwa Gołysz, o wodach bardzo żyznych i zakwaszonych o pH 4,6-5,4 /Krzeczkowska-Wołoszyn 1966/; z silnie zanieczyszczonych solnisk podłęczyokich /Pliński 1973/; z rzeki Bzury pod Wyszogrodem zanieczyszczonych ściekami z miasta Sochaczewa, Chodakowa i Pruszkowa /Rakowska 1976/.

Euglena intermedia /Klebs/ Schmitz, /= *E. deses* Ehrenberg-var. *intermedia* Klebs/ /Huber-Pestalozzi 1955/ /rys. 15/.

Komórki wydłużone, cylindryczne, z lekko zwężającym się końcem tylnym, przechodzącym w krótki bezbarwny wyrostek, tępo zakończony. Komórki bardzo metaboliczne, niekiedy wyraźnie w przedniej części rozszerzone a w tylnej zwężone /rys. 15 a, b/, posiadają zdolność pełzania po dnie. Otwór gardzieli położony w środku, niekiedy jest przesunięty w bok. Stigma umieszczona przy rezerwuarze, o zmiennym kształcie: płytkowata lub wyciągnięta średnicy około 6,25 μm . Wić bardzo krótka lub jej brak. Chromatofory liczne, płytkowate, przyściennie, o regularnych kształtach, bez pirenoidów, 5,5 μm średnicy. W komórce wyraźnie widoczne 2-4 duże ziarna paramylonu umieszczone w przedniej i tylnej części komórki, czasami skupione w środku komórki, 6-7 μm długie, 2-3 μm szerokie. Jądro kuliste, czasami eliptyczne, umieszczone w centralnej części komórki, niekiedy może być przesunięte ku tyłowi. Peryplast wyraźnie skośnie prążkowany. Komórki 103-106,5 μm /112/ długie, 17,5-18,5 μm szerokie.

Szerokość okazów większa niż podaje Klebs /1883: 7-8 μm /, oraz Gojdics /1953: 9,3-12,4 μm / zgadza się z górną granicą wymiarów podawanych przez Popovą /1955: 7-13-17/ μm i Asaul /1975: 7-9-14-17/ μm , natomiast całkowicie wymiary szerokości zgadzają się z podawanymi przez Huber Pestalozziego /1955: 8-18 / μm . Okazy znaleziono w ściekach nagromadzonych w zbiorniczku koło zraszacza, pojedynczo, do maja 1980 r.

Gatunek występuje w małych zbiornikach wodnych, przy brzegach rzek i jezior, mezosaprob /Popova 1955/, często przy pH 6,0-7,0 /Huber-Pestalozzi 1955/, spotykany w ściekach oczyszczalni Charkowa a także w ściekach z cukrowni /Asaul 1975/, spotykany w rowach i kałużach Europy Środkowej /Starmach 1983/.

Z Polski podawany: ze stawów poregulacyjnych nad Wisłą w Krakowie /Bucka 1958/; z planktonu stawu karpiowego w Gołyszcu /pow. Cieszyn/ zasilanego ściekami cukrowniczymi /Krzeczkowska-Wołoszyn 1977/; z Jeziora Pątnowskiego /pow. Konin/ odbierającego wody podgrzane i ścieki cukrownicze /Burchardt 1977/; z planktonu Zalewu Zegrzyńskiego /Klimowicz 1979/; z rzeki Wisły koło Warszawy /Klimowicz 1981/.

Euglena sp. /rys. 16/fot.5/.

Komórki wrzecionowato-eliptyczne, niekiedy wrzecionowate, workowate lub kulistawe, żywo metaboliczne. W czasie pływania wyraźnie wrzecionowate z przodu lekko wyciągnięte, z tyłu zaokrąglone; czasami z tyłu widoczny bezbarwny, krótki i szeroki, tępo zaokrąglony wyrostek. Peryplast cienki, delikatnie prążkowany. Stigma czerwona, umieszczona w pobliżu rezerwuaru. Chromatofory płytkowate, przyścienne, bez pirenoidów, zwykle około 9-15 w komórce, czasami więcej, około 30. Ziarna paramylonu drobne, pałeczkowate; jądro duże, przesunięte ku tyłowi. Wić krótsza od komórki, często sięga 3/4 jej długości. Komórki 45-64 μm długie, 13,5-18,5 -/22,5/ μm szerokie.

Wymiary oraz kształt opisanych okazów odpowiadają częściowo opisowi *E. gracilis* Klebs /1883/, a bardziej opisowi tego gatunku podanemu przez Popovą /1955/. Jednak nie stwierdzono występowania na chloroplastach pirenoidów. Popova /1955/ zaznacza, iż istnieje duża zmienność chromatoforów; nie pisze na temat braku pirenoidów w komórce, jednak zamieszcza rysunek /str. 153, rys. 56/3/ przedstawiający *E. gracilis* bez pirenoidów na chromatoforach, który zgadza się z wyglądem komórek znajdujących w oczyszczalni na Klinach.

Zwykle występowały Nielicznie, w ściekach nagromadzonych w zbiorniczku koło zraszacza, do maja 1980 r.

Phacus scuminatus Stokes var. *scuminatus* /Asaul 1975/ /rys. 17/.

Komórki szeroko jajowate, owalne, lekko zwężone ku przodowi, z wyraźnym wcięciem na szczycie, w tyle wyciągnięte w mały wyrostek w kształcie ostro zakońzonego stożka. Peryplast podłużnie prążkowany; bruzda apikalna sięga 1/3, czasami 1/2 długości komórki. W komórce widoczne dwa duże ziarna paramylonu, tarczowate, regularnie kolisty, zwykle umieszczone w przeciwległych końcach komórki. Poza tym w komórce spotykano drobne, pałeczkowate ziarna paramylonu. Chromatofory płytkowate, liczne, rozmieszczone w całej komórce i bardzo dobrze widoczne. Komórki poruszają się ruchem spadającego liścia, wykonując ruchy obrotowe bokiem. Długość spotykanych okazów wynosiła 27-32,4 μm , szerokość 22-24 μm .

Okazy obserwowano rzadko i nielicznie w ściekach nagromadzonych w zbiorniczku koło zraszacza.

Gatunek kosmopolityczny /Starmach 1983/; często notowany w małych zbiornikach z wodą stojącą, w wodach słodkich i słabo zasolonych, zimuje pod lodem /Popova 1955/, spotykany też w ściekach cukrowniczych i oczyszczalniach ścieków /Asaul 1975/.

Gatunek podawany z Polski często: ze stawu w Goczałkowicach /pow. Pszczyna/, stawu Maciek Wielki i kałuży w Landeku /pow. Bielsko-Biała/ /Stawiński 1969/; z planktonu nowych stawów przesadkowych gospodarstwa rybnego w Gołyszcu o wodach kwaśnych /pH 4,6-5,4/ i bardzo żyznych /Krzeszkowska-Wołoszyn 1966/; z silnie zanieczyszczonych solnisk podłęczyckich /Pliński 1973/; z rzeki Bzury pod Wyszogrodem zanieczyszczonych ściekami z Sochaczewa, Chodakowa i Pruszkowa /Rakowska 1976/; ze zbiornika Pławnowice Duże /Górny Śląsk/ o wodach eutroficznych, mezosaprobnych /Skalska 1979/.

Phacus pleuronectes /Ehrenberg/ Dujardin var. *pleuronectes* /Asaul 1975/ /rys. 18/.

Komórki szeroko owalne, lekko wklęsłe od strony brzusznej, z boku płaskie, w przodzie zaokrąglone, w tyle nieznacznie rozszerzone i zakończone dużym, zagiętym wyrostkiem o długości 5-6,2 μm . Bruzda apikalna dochodzi do 1/2 długości komórki. Stigma wyraźnie widoczna, czasami nieregularnych kształtów. Chromatofory liczne, regularnie płytkowate, rozmieszczone w całej komórce. Ziarna paramylonu

dwa, wyraźnie widoczne, duże, zwykle nierównej wielkości oraz małe ziarna paramylonu nie zawsze widoczne, pałeczko- wate, lub cylindryczne. Peryplast podłużnie prążkowany; ko- mórki 32-35-39 μm długie, 25-30 μm szerokie.

Nieliczne okazy napotymano kilkakrotnie w ściekach koło zraszacza w 1979 r.

Gatunek kosmopolityczny /Starmach 1983/; występuje w różnych typach zbiorników wodnych, dosyć często także w ściekach różnego pochodzenia /Asaul 1975/.

Z Polski często podawany: z licznych eutroficznych sta- wów karpowych i rowów /pow. Pszozyna/ /Stawiński 1969/; z Jeziora Maltańskiego w Poznaniu zanieczyszczonego ściekami miejskimi /Stefko 1976/; z planktonu Jeziora Rusałka zanie- czyszczonego związkami organicznymi /Kotlińska 1976/; z rze- ki Bzury pod Wyszogrodem zanieczyszczonej ściekami miejskimi z Sochaczewa, Chodakowa i Pruszkowa /Rakowska 1976/; z plan- ktonu stawu karpowego w Gołyszcu, zasilanego ściekami cukro- wniczymi /Krzczykowska-Wołoszyn 1977/.

C h r y s o p h y t a

B a c i l l a r i o p h y c e a e

Navicula accomoda Hustedt /Hustedt 1950/ /rys. 19/ /fot. 6,7/.

Dokładny opis gatunku zamieszczono w odrębnej pracy /Wołowski 1984/.

Okazy występowały na powierzchni złoża przez cały ok- res badań w dużych ilościach, jako najliczniejsze z okrze-

mek, natomiast w ściekach nagromadzonych w zbiorniczku koło zraszacza w małych ilościach, również przez cały okres badań.

Z wód czystych gatunek podawany rzadko i tylko w pojedynczych okazach /Hustedt 1950/, natomiast często spotykany jest w wodach zanieczyszczonych substancjami pochodzenia organicznego /Foged 1959, Patrick, Reimer 1966/ i wodach zasolonych /Hustedt 1955/; szczególnie często spotykany jest w oczyszczalniach ścieków /Jorgensen 1952, Lowe 1974/. Zdaniem Fjerdingstoda /1964/ jest gatunkiem saprofilnym.

Gatunek nie był przedtem podawany z Polski, prawdopodobnie był mylony z innymi gatunkami *Navicula*.

Navicula atomus Nægeli /Hustedt 1962/ /rys. 20/ /fot. 8/.

Pancerzyki małe, z bardzo delikatną ornamentacją. Okrywy 4-7 μm długie, 3-3,5 μm szerokie, wyraźnie eliptyczne, na końcach zaokrąglone. W mikroskopie świetlnym ornamentacja pancerzyków bardzo słabo widoczna. W transmisyjnym mikroskopie elektronowym wyraźnie widoczne pole podłużne, o szerokości 0,75 μm . Ramiona szczeliny proste, przy biegunowych końcach haczykowato zagięte w tę samą stronę. Poprzeczne rzędy areol promieniste, w środkowej części okryw na przemian krótkie i długie, 3-4 rzędy w 1 μm . Areole okrągłe, jedynie areole przylegające do pola środkowego są poprzecznie wydłużone, prostopadłe do podłużnej osi okrywy; w rzędzie na 1 μm przypada 5-7 areol.

Gatunek występował na kamieniach powierzchni złoże

przez cały okres badań, w małych ilościach, w ściekach nagromadzonych w zbiorniczku koło zraszacza pojedynczo.

Gatunek kosmopolityczny, pospolity w wodach słodkich /Siemińska 1964/.

Z Polski podawany: ze Źródła Lodowego w Dolinie Kościeliskiej w Tatrach /Schumann 1867/; z rzeki Odry we Wrocławiu zanieczyszczonych ściekami przemysłowymi i komunalnymi /Gołowin 1968/; z rzeki Sokołówki w Łodzi, zanieczyszczonych substancjami pochodzenia organicznego /Pliński 1970/; z Jeziora Kortowskiego w Olsztynie /Chudyba 1974/.

Navicula sp. /rys. 21/.

Okrywy bardzo delikatne, eliptyczno-lancetowate, na końcach zaokrąglone. Pole podłużne proste i wąskie, pole środkowe bardzo małe; szczelina prosta. Prążki poprzeczne bardzo słabo widoczne w mikroskopie świetlnym, lekko promieniste, około 24-28 w 10 μm . Okrywy spotykanych okazów były 10-12 μm długie, 5-5,5 μm szerokie.

Przedstawiony opis zgadza się częściowo z opisem *N. minuscula* Grunov /Siemińska 1964/ lecz wśród spotykanych okazów były też nieco szersze; pole środkowe nie jest zwężone w okolicy węzła środkowego jak u *N. minuscula*. Istnieje także podobieństwo do *N. frugalis* Hustedt /Schoeman i Archibald 1976/, lecz te mają okrywy rombowo-elipsoidalne. Dla zidentyfikowania okazów konieczne byłoby przeprowadzenie dodatkowych badań w mikroskopie elektronowym.

Występowały na powierzchni kamieni złoże przez cały

okres badań w małych ilościach lub pojedynczo.

Gomphonema parvulum Kützing var. *parvulum* /Siemińska 1964/ /rys. 22/ fot. 9-13/.

Okrywy lancetowate, niekiedy eliptyczno-lancetowate, z krótko wyciągniętymi, tępo zaokrąglonymi końcami. Zwykle koniec dolny bardziej wyciągnięty, czasami lekko dzióbkowaty. Pole podłużne wąskie, wyraźnie odgraniczone; pole środkowe jednostronnie rozwinięte z wyraźnym osobnym punktem. Szczelina wąska, prosta. Prążki poprzeczne grube, 12-15 w 10 μm , ułożone promieniście, tylko środkowe czasami prostopadłe do podłużnej osi okrywy. Okrywy spotykanych okazów 14-22,5 μm długie, 5-7 μm szerokie. Wśród obserwowanych okazów wyróżniono dwie grupy biorąc pod uwagę ich wymiary: okrywy dłuższe, dość wysmukłe, o długości 18,5-22,5 μm i szerokości 5-6,5 μm /rys. 22 a, c-e/, oraz okrywy krótkie, bardziej pękate, o długości 14-17,5 μm i szerokości 6-7 μm /rys. 22 b, f-k/

Gatunek występował na powierzchni kamieni złoża zwykle bardzo licznie przez cały okres badań, natomiast nie zawsze i zwykle nielicznie w ściekach nagromadzonych w zbiorniczku koło zraszacza.

Gatunek kosmopolityczny, pospolity w różnych typach wód słodkich i zasolonych /Turoboyski 1979/, często notowany w oczyszczalniach ścieków, saprofilny /Fjerdingstad 1965/.

Z Polski podawany bardzo często.

Gomphonema parvulum var. *subellipticum* Cleve /Siemińska 1964/ /rys. 24/ /fot. 17/.

Okrywy prawie eliptyczne, przy bazalnym końcu nieco bardziej zwężone. Pole podłużne wąskie, pole środkowe jednostronnie rozwinięte z jednym osobnym punktem. Szczelina prosta z wyraźnie widocznymi węzłami biegunowymi. Prążki poprzeczne lekko promieniste, tylko środkowe prawie prostopadłe do osi podłużnej okrywy, grube, 10-12 w 10 μ m. Okrywy 16,5-20 μ m długie, 6 μ m szerokie.

Okazy spotykano na powierzchni kamieni złoże, nie zawsze, zwykle pojedynczo.

Odmiana kosmopolityczna, częsta /Siemińska 1964/.

Z Polski podawana: z potoku Piekielnik i Czerwony w powiecie Nowy Targ /Wasylik 1971/; z silnie zanieczyszczonych solnisk podłęczyczkich /Pliński 1973/; z rzeki Bzury pod Wyszogrodem, zanieczyszczonych ściekami komunalnymi z Sochaczewa, Chodakowa i Pruszkowa /Rakowska 1976/; z peryfitonu podgrzanych wód Wisły i Skawinki /pow. Kraków/ /Pudo 1977/; ze stawu Zimowy Wielki w Chybiu /pow. Cieszyn/ zanieczyszczonych ściekami cukrowniczymi /Kyselowa 1977/.

Gomphonema parvulum var. *micropus* Cleve /Siemińska 1964/, /rys. 23/ /fot. 15, 16/.

Okrywy szeroko lancetowate, czasami lekko lancetowato-klinowate, o lekko wyciągniętych i tępo zaokrąglonych końcach. Górny koniec szerszy od dolnego, który jest bardziej wyciągnięty. Prążki poprzeczne grube, 10-15 w 10 μ m, ułożo-

ne promieniście, w środkowej części okrywy tylko lekko promieniste, punktowane. W transmisyjnym mikroskopie elektronowym widać wyraźne areole 4-5 w 1 μm . Pole podłużne wąskie, wyraźnie odgraniczone; pole środkowe szerokie, jednostronnie rozwinięte, z osobnym punktem. Szczelina prosta, z wyraźnymi wężłami szczytowymi, lecz nie u wszystkich okazów dobrze widoczna. Spotykane okazy były 22-30 μm długie, 6-6,5 μm szerokie. Wśród okazów tej odmiany spotykano okrywy teratologiczne /rys. 23c/, nieco szersze od okazów normalnych i z zaburzoną ornamentacją.

Odmiana występowała na powierzchni złoża przez cały okres badań nielicznie lub pojedynczo.

Odmiana kosmopolityczna, pospolita /Siemińska 1964/.

Podawana z Polski: w czystej wodzie strugi źródłiskowej na kamieńcu nad potokiem Mszanka w Mszanie Dolnej /Starmach 1966a/; w Czarnym Dunajcu, w potokach Piękielnik i Czerwony w Kotlinie Nowotarskiej /Wasylik 1971/; w Wąwozie Szopczanskim w Pieninach /Starmach 1975/; z rzeki Bzury pod Wyszogrodem, zanieczyszczonej ściekami z Sochaczewa, Chodakowa i Pruszkowa /Rakowska 1976/.

Gomphonema angustatum /Kützing/ Rabenhorst /Siemińska 1964/ /rys. 25/.

Okrywy wąsko lancetowate o końcach wyciągniętych, tępo zaokrąglonych, bazalny koniec nieco bardziej wyciągnięty i węższy niż górny. Pole podłużne wąskie; pole środkowe wyraźnie odgraniczone, jednostronnie rozwinięte, z wyraźnym osob-

nym punktem. Szczelina prosta; prążki poprzeczne grube, dobrze widoczne, 10-13 w 10 μm . Okrywy spotykanych okazów 33,5-34 μm długie, 7,5 μm szerokie.

Występował na powierzchni kamieni złoża, prawie przez cały okres badań, zwykle pojedynczo.

Szeroko rozprzestrzeniony, występuje w wodach słodkich i słonych /Siemińska 1964/; spotykany w wodach o pH 6-9,0, optymalny rozwój przy pH 7,5-7,7 /Lowe 1974/;

Z Polski podawany często: w wodach oligotroficznych Wielkiego Stawu i Morskiego Oka w Tatrach /Wasylik 1965 a/; w wodach wapniowo-węglanowych stawów i źródeł w Rogoźnie pod Domaniewiczami w powiecie łowickim /Pliński 1970/; z rzeki Sokołówki /woj. Łódź/, zanieczyszczonej spływami z pól i łąk oraz stawów /Pliński 1970 a/; z silnie zanieczyszczonych solnisk podłęczyckich /Pliński 1973/; z Jeziora Rusałka zanieczyszczonego materia organiczną /Kotlińska 1976/; z rzeki Bzury pod Wyszogrodem zanieczyszczonej ściekami miejskimi z Sochaczewa, Chodakowa i Pruszkowa /Rakowska 1976/; ze stawów karpiowych nawożonych ściekami cukrowniczymi w Gołyszcu /Krzeczkowska-Wołoszyn 1977/.

Nitzschia palea /Kützing/W. Smith /Siemińska 1964/
/rys. 26/.

Komórki z płytkowatym, jasnozielonym chromatoforem, przylegającym do jednej ze ścian komórki. Okrywy lancetowate, lekko zwężające się przy końcach i główkowato zakończone. Prążki poprzeczne bardzo słabo widoczne, około 37 w 10

μm , natomiast punkty grzebienia wyraźne, 11-15 w 10 μm . Okrywy 21-28,5 μm długie, 3,5-4 μm szerokie /długość najczęściej spotykanych okazów wynosiła 24,5-26 μm , a szerokość 3,5 μm /.

Gatunek występował na powierzchni kamieni złoża, w niektórych okresach bardzo licznie; w ściekach nagromadzonych w zbiorniczku koło zraszacza nie zawsze i na ogół w bardzo małych ilościach. Gatunek szeroko rozprzestrzeniony i bardzo częsty, występuje masowo w silnie zanieczyszczonych wodach /Siemińska 1964/; jest bardzo dobrym indykatozem zanieczyszczeń, spotykany w środowisku o pH 4,2-9,0 /Lowe 1974/; wytrzymały na zanieczyszczenia fenolowe i miedzi, jest gatunkiem saprofilnym /Fjerdingstad 1965/.

Z Polski podawany bardzo często: z silnie zanieczyszczonych solnisk podłęczyczkich /Pliński 1973/; z rzeki Bzury pod Wyszogrodem zanieczyszczonych ściekami z Sochaczewa, Chodakowa i Pruszkowa /Rakowska 1976/; ze stawu karpiowego nawożonego ściekami cukrowniczymi w Gołyszcu /Krzeczkowska-Wołoszyn 1977/; ze zbiornika retencyjnego Dzierżno Duże zanieczyszczonego ściekami komunalnymi i przemysłowymi /Różycka 1980/; z Jeziora Pątnowskiego odbierającego wody podgrzane z elektrowni i ścieki cukrownicze /Burchardt 1977/; ze złąz zraszanych i innych typów oczyszczalni biologicznych /Turoboyski 1979/.

Nitzschia sp. /rys. 27//fot.14/.

Komórki z jasnozielonym chromatoforem pojedynczym, płyt-

kowatym, przylegającym do jednej ze ścian komórki. Okrywy lancetowate z końcami lekko wyciągniętymi, tępo zaokrąglonymi lub lekko główkowato dzióbkowatymi. Punkty grzebienia dobrze widoczne, 15-18 w 10 μm . Prążki poprzeczne słabo widoczne, około 35 w 10 μm . Okrywy 18-18,5 μm długie, 3,5-4,5 μm szerokie.

Występowały pojedynco lub nielicznie na powierzchni kamieni złoża zraszanego przez cały okres badań.

Jest to być może *N. fonticola* Grunov, lecz prążki poprzeczne u opisanego gatunku są bardzo słabo widoczne. Istnieje duże podobieństwo do *N. palea*, ale okrywy są mniejsze. Można przypuszczać, iż jest to forma przejściowa pomiędzy *Nitzschia palea* a *N. palea* var. *tenuirostris* Grun. /Siemińska 1964/.

C h l o r o p h y t a

Tetrasporales

Hypnomonas chlorococcoides Korschikov /Korschikov 1953/
/rys. 28/ /fot. 18/.

Komórki regularnie kuliste, pojedynco lub zwykle zgrupowane w koloniach po 2, 4, 8 i więcej komórek. Chromator pryzmatyczny, kubkowaty, wypełniający prawie całą komórkę; dno chromatoru zgrubiałe, co nadaje mu ciemnozieloną barwę, z pojedynczym, bardzo wyraźnym pirenoidem. W komórce znajduje się jedno jądro oraz dwie wakuole tętniące nie zawsze widoczne. Młode komórki o średnicy około 7,5 μm , dojrza-

że 16-22/25,5/ μm , /wymiary komórek niekiedy większe niż podaje Korschikov 1953: około 18 μm /. Zoospory w liczbie 4-64, najczęściej 8-16 w komórce macierzystej. Na zewnątrz zoospory wydostają się po przerwaniu błony komórki macierzystej i pływają aktywnie; czasami nie opuszczają komórki macierzystej i rozwijają się w dojrzałe komórki tworząc duże skupiska. Zoospory cylindryczne, z przodu opatrzone małą brodawką, w tyle są zaokrąglone; wici dwie, jednakowej długości; chromatofor płytkowaty, przysięenny, z jednym pirenoidem i wyraźnie widoczną, bardzo małą stigumą. Długość zoospor wynosiła 7-9 μm , szerokość 2-5 μm .

Gatunek występował na kamieniach złoża zraszanego w całym okresie badań, w średnich a niekiedy dużych ilościach. Przepuszczalnie duże wymiary komórek dorosłych były spowodowane dużą kondensacją substancji organicznych w ściekach.

Gatunek bardzo rzadko podawany i w naturze obserwowany w małych ilościach: znany z pól bawełnianych z obszarów ZSRR /Korschikov 1926, Matvienko 1950, Stina 1959/ oraz jezior Austrii /Ettl 1968/. Znaleziony w okolicach Charkowa, w kulturach glonów z kałuż, stawów, błot; także rozwija się w kulturach glebowych /Korschikov 1953/.

W Polsce znany tylko ze stawu nawożonego ściekami cukrowniczymi w Gołyszcu /Hojda 1980/, gdzie występował w dużych ilościach. Na tej podstawie i z własnych obserwacji traktuje się ten gatunek jako saprofilny.

C h l o r o c o c c a l e s

Chlorella vulgaris Beijerinck /Fott, Novakova 1969/

/rys. 29/.

Komórki pojedyncze, kuliste, z cienką błoną, bez śluzu. Chromatofor pojedynczy, kubkowaty z dwoma wcięciami, zajmujący $1/2-1/3$ powierzchni komórki, z umieszczonym na nim jednym pirenoidem bardzo wyraźnie widocznym. Komórki 6-10 μm średnicy. Spotykano po dwie autospory, które uwalniały się przez przerwanie błony komórki macierzystej.

Wymiary komórek, ich morfologia i ekologia odpowiadają odmianie var. *autotrophica* /Shinira, Krauss/ Fott, Novakova /1969/, lecz ta tworzy 4-8 autospor.

Na kamieniach złoża spotykano przez cały okres badań, w małych ilościach; w zbiorniczku koło zraszacza tylko niekiedy pojedyncze okazy. Gatunek łatwo może być pominięty ze względu na podobieństwo do występujących w dużych ilościach komórek *Hypnomonas chlorococcoides*.

Gatunek kosmopolityczny, spotykany w różnego typu wodach słodkich i słonych, na glebie /Andreeva 1975/, podawany też z wód zanieczyszczonych i oczyszczalni ścieków z całego świata, jest gatunkiem saprofitnym /Fjerdingstad 1965/.

Z Polski podawany często: z solnisk podkłęczyckich silnie zanieczyszczonych /Pliński 1973/; z Jeziora Maltańskiego w Poznaniu /Stefko 1976/; z rzeki Bzury pod Wyszogrodem zanieczyszczonych ściekami miejskimi z Sochaczewa, Pruszkowa i Chodakowa /Rakowska 1976/; z Jeziora Rusałka zanieczyszczonych związkami organicznymi /Kotlińska 1976/; z Jeziora

Pątnowskiego odbierającego wody podgrzane i ścieki cukrownicze /Burchardt 1977/; z przykrytego złoża zraszanego oczyszczalni na Zamku w Pieskowej Skale k. Krakowa /Pudo 1978/; ze zbiornika retencyjnego Dzierżno Duże silnie zanieczyszczonego ściekami komunalnymi i przemysłowymi oraz pochodzącymi z farmy tuczu w Rzezyoach /Różycka 1980/.

Chaetophorales

Stigeoclonium tenue /Agardh/ Kützing /Printz 1964/

/rys. 30, 30A/fot.19,20/.

Plechcy jasnozielone, miotełkowate, tworzące poduszkowate darnie do 2 cm długie. Nici wyprostowane rozgałęzione naprzemianlegle lub naprzeciwlegle. Młodsze komórki nici głównej i komórki młodszych części odgałęzień są cylindryczne, lekko wcięte przy ścianach poprzecznych; starsze komórki osi głównej i starszych części odgałęzień są cylindryczne, mają 6,5-10 μm średnicy i są zwykle 2-5 razy tak długie. W młodszych odgałęzieniach komórki osi głównej są węższe. Chromatofor intensywnie zielony, przysięenny, w kształcie otwartego cylindra. W chromatoforze 1-2 pirenoidy, czasami 3; jądro umieszczone w centrum komórki. Komórki inicjujące zwykle owalne, rzadziej kulistawe.

Plechcy tego gatunku stanowiły często główny składnik organizmów występujących na powierzchni kamieni złoża; ich fragmenty jako domieszka trafiały się także w ściekach nagromadzonych w zbiorniczku koło zraszacza.

Gatunek kosmopolityczny, pospolity w wodach płynących /Starmach 1972/; podawany bardzo często z wód zanieczyszczonych i oczyszczalni ścieków /Fjerdingsstad 1965/, wykazuje dużą tolerancję na zanieczyszczenia metalami /cynk, ołów, miedź/; też odporny na wysokie stężenia chlorków i mocznika /McLean 1974/; plechy bardzo zmienne w zależności od typu zanieczyszczeń /Francke 1982, Francke, Rhebergen 1982/. Jest gatunkiem saprofilnym /Fjerdingsstad 1965/.

Z Polski podawany często: z potoku Mszanka na kamieńcu w strudze źródłiskowej w Mszanie Dolnej /Starmach 1966a/; z rzeki Wisły w rejonie Tynca, zanieczyszczonej substancjami pochodzenia organicznego i nieorganicznego /Turoboyski 1973/; z rzeki Bzury pod Wyszogrodem zanieczyszczonych ściekami komunalnymi z Sochaczewa, Chodakowa i Pruszkowa /Rakowska 1976/; z jezior dystroficznych Katarzynki Małe w Borach Tucholskich /Oleksowicz 1978/; ze zbiornika retencyjnego Dzierżno Duże silnie zanieczyszczonych ściekami komunalnymi i ściekami z farmy tuozu rzeźnego w Rzezycach /Różycka 1980/.

Microthamnion kützingianum Nägeli /Starmach 1972/,
/rys. 31, 32/.

Plechy jasnozielone, zwykle do 0,2 cm wysokie, gęsto nieregularnie rozgałęzione, tworzące duże kępkę. Nić główna i jej obfite rozgałęzienia jednakowe; komórki szczytowe nie zwężone, zaokrąglone. Komórki nasadowe zwykle półkoliste, krótkie. Nici zbudowane z komórek cylindrycznych, 3-4,5 /5/

μm szerokich, 2-6 razy tak długich. Komórki szczytowe tworzą zoosporangia, w których obserwowano po 8 zoospor z wyraźnymi stigmami. Zoospory 1-2 μm szerokie, 4-4,5 μm długie, zaopatrzone w dwie wici, mają chromatofor białozielony, zajmujący tylko część komórki, przysięenny.

Na powierzchni kamieni zioła stale obecny, choć zwykle w małych ilościach, ale w postaci olbrzymich plech. Szczególnie dorodne okazy i liczniejsze, spotykano na zagniwających odgałęzieniach *Stigeocolonium tenue*.

Gatunek kosmopolityczny, występuje szczególnie obficie na obumarłych roślinach wodnych, butwiejącym drewnie itp., też na torfowiskach /Starmach 1972/; jest dobrym indykatorem silnych zanieczyszczeń, jest gatunkiem saprobiontycznym /Fjerdingstad 1965/.

Podawany z terenów Polski: z oligotroficznego Wielkiego Stawu w Dolinie Pięciu Stawów w Tatrach /Starmach 1973/; z mezosaprobowego zbiornika Pławnowice Duże /GOP/ /Skalska 1979/; z jezior dystroficznych Katarzynki Małe w Borach Tuchołskich /Oleksowicz 1978/; z jezior rynny Rosnowsko-Jarosławieckiej zanieczyszczonych ściekami o dużej zawartości związków organicznych w Wielkopolskim Parku Narodowym /Burhardt i inni 1981/.

F u n g i

Deuteromycetes

Fusarium aquaeductum /Radlk. et Rabenh./ Lagerheim
/Batko 1975/ /rys. 33/.

Plechy hyfalne /strzępkowe/ barwy białawej lub lekko żółtawej z licznymi przegrodami, silnie rozgałęzione, cienkie, tworzą rozległe poduszkowate skupiska. Na końcach strzępek powstają sierpowate makrofilospory barwy pomarańczowoczerwonej, z wyraźnymi poprzecznymi, 1-4 przegrodami; makrofilospory 28-42,5 μm długie, 2,5-3 μm szerokie.

Na powierzchni kamieni złoża stale obecny, niekiedy przy masowym tworzeniu spor nadaje kamieniom kolor pomarańczowy.

Gatunek kosmopolityczny, saprobiontyczny, pospolity w wodach silnie zanieczyszczonych związkami organicznymi, występuje w zakresie pH 3-10 /Fjerdingsstad 1965/.

Z terenów Polski podawany bardzo często ze ścieków w różnego typu oczyszczalniach.

CHARAKTERYSTYKA ZBIOROWISK
WYSTĘPUJĄCYCH NA POWIERZCHNI ZŁOŻA ZRASZANEGO

Na zwróconej ku światłu powierzchni kamieni, będących na powierzchni złoża zraszanego, organizmy przeważnie tworzą do kilku milimetrów grubą powłokę. Skład jakościowy organizmów jest tu w zasadzie ten sam w ciągu roku /tabela V./. Znacznym zmianom ulegają natomiast ilości okazów poszczególnych gatunków. W zależności od tego, które gatunki występują obficie zmienia się barwa porośniętych kamieni. Zaobserwowano trzy zasadnicze aspekty barwne: zielony, szarozielony i pomarańczowy; zdarzało się też, że powierzchnia złoża była czarna lub kremowa, spotykano też lokalne zmiany barw.

Najoczęściej występowała barwa zielona. Wówczas głównymi składnikami są przyczepiające się do powierzchni kamieni, osiagające znaczne wymiary: zielenica *Stigeoclonium tenue* oraz bakterie *Sphaerotilus natans* i *Zoogloea ramigera*. U ich nasady płożą się nitkowate bakterie siarkowe *Beggiatoa alba*, obok których, i w wolnych miejscach w wyższych partiach, tworzą się skupiska zielenicy *Hypnomonas ohlorococcoides* często przemieszane z *Chlorella vulgaris*. Wśród tych organizmów pojedynco lub w skupiskach występują nieliczne gatunki okrzemek. Stale, choć zwykle w niewielkich ilościach, spotyka się rozłożyste, gęste, dorodne, drzewkowate plechy *Microthamnion kützingianum*; tylko sporadycznie spotyka się pojedyncze komórki pływających euglenin. Obficie występują rozmaite drobne bakterie wypełniające wol-

ne zakątki i pokrywające powierzchnię starszych lub starych części sinio i innych glonów. Barwę zieloną obserwowano w styczniu, lutym, marcu, sierpniu, październiku i grudniu 1979 r., w marcu, kwietniu, październiku, listopadzie i grudniu 1980 r., a w 1981 r. na sześć przeprowadzonych obserwacji wystąpiła w styczniu, marcu i grudniu. Stawała się ona bardziej żywozielona szczególnie w okresie wiosny i wczesnego lata. W preparatach mikroskopowych z tego okresu stwierdzano występowanie większej ilości niż zwykle młodych plech *Stigeoclonium tenue* nie całkowicie obrośniętych bakteriami. Wówczas grubość porośli sięgała do około 3 mm. Z pewnością na zieloną barwę powierzchni kamieni miały także wpływ inne gatunki zieleni: *Hypnomonas chlorococcoides* i *Microthamnion kützingianum*.

Pod lupą wyraźnie widoczny jest układ mozaikowy organizmów, tworzyły one plamki o różnym zabarwieniu. Poza *Stigeoclonium tenue* mniejsze plamki zielone tworzyły duże okazy *Microthamnion kützingianum* i skupiska *Hypnomonas chlorococcoides*; bakterie *Zoogloea ramigera* i *Sphaerotilus natans* tworzyły zwykle plamki o kolorze szarym, natomiast skupiska okrzemek dawały się zauważyć jako plamki brązowe lub cytrynowe.

Wśród tego gąszczu uwijają się liczne bezbarwne wiciowce, korzenionózki, orzęski, nicienie, wrotki, skąposzczety i larwy muchówek /tabela VI/, na powierzchni złoża trafiają się nawet żaby /Wołowski, Siemińska 1980/. Tak więc górna warstwa kamieni na złożu jest pokryta organizmami epifitycznymi i osiadłymi.

Dość często powierzchnia złoża miała barwę szarozieloną. Wiązało się to z tym, że *Stigeoclonium tenue* i inne glony zaczynały ginąć i zagniwać /początkowo na zagniwających plechach *Stigeoclonium tenue* rozwijała się zielenica *Microthamnion kützingianum*/, a obficie rozwijały się na nich bakterie zwłaszcza *Zoogloea ramigera* i *Sphaerotilus natans*, a także *Beggiatoa alba* i strzępki grzybni *Fusarium aquaeductum*. Porośla na kamieniach miały wówczas konsystencję miękką, watowatą i niekiedy odrywały się od kamieni. Taki obraz obserwowano na przykład po silnych opadach deszczu w lipcu 1979 r., we wrześniu 1980 i we wrześniu 1981 roku, kiedy to duża ilość wody deszczowej wraz ze ściekami nie odpływała dostatecznie szybko z całej powierzchni złoża, co powodowało zagniwanie plech *Stigeoclonium tenue* i masowy rozwój bakterii. Podobną barwę powierzchni złoża obserwowano we wrześniu 1979 r. i czerwcu 1981 r., wówczas jednak na zagniwanie glonów i silny rozwój bakterii miała wpływ wysoka temperatura powietrza i ścieków. Pojawienie się barwy szarozielonej w listopadzie 1979 r. było spowodowane zatrzymaniem dopływu ścieków na złoże, co również przyczyniło się do zagniwania glonów i obfitego wystąpienia bakterii. We wszystkich tych przypadkach powłoka glonów była zwykle 3-5 mm gruba.

Kilkakrotnie zaobserwowano pojawienie się pomarańczowej barwy spowodowanej masowym rozwojem grzybni i obfitym tworzeniem zarodników *Fusarium aquaeductum*. Wiązało się to zwykle z nadmiernym, zbyt długo trwającym rozwojem powłoki glonów i bakterii na kamieniach złoża, z zatykaniem przez porośla wol-

nych przestrzeni między kamieniami i zmniejszeniem się szybkości przepływu ścieków przez złoże. Grzyb ten, którego grzybnia stale towarzyszy bakteriom i glonom na złożu, pokrywał wówczas zwartą warstwą inne organizmy odcinając je od dostępu tlenu i przyspieszając ich rozkład.

W przypadku masowego pojawienia się *Fusarium aquaeductum* pracownicy oczyszczalni ścieków starali się usunąć go mechanicznie, przy pomocy miotek wiklinowych z powierzchni kamieni, co zanotowano w maju 1979 r. i lutym 1980 r. Niezbyt dokładne oczyszczenie kamieni powodowało, że pozostałe organizmy rozwijały się obficie w niektórych miejscach tak, że na powierzchni złoża powstawały plamy o różnym zabarwieniu: zielone z przewagą *Stigeoclonium tenue*, szare z bakteriami *Zoogloea ramigera* i *Sphaerotilus natans*, kremowe ze *Sphaerotilus natans* i pomarańczowe z tworzącymi zarodniki *Fusarium aquaeductum*.

Pozostawienie części zarodnikujących grzybów /obserwowane w maju 1979 r./ wraz z awaryjnym zatrzymaniem przez kilka dni dopływu ścieków na złoże /16 maj 1979 r./ oraz dość dużą ilością opadów jakie zanotowano w tymże miesiącu, spowodowało ginięcie porośli i przyczyniło się do ponownego masowego rozwoju *Fusarium* w ozerwie tegoż roku.

Dolna, zacieniona powierzchnia kamieni pokryta była zwykle cienką, tylko miejscami do około 3 mm grubą powłoką czarnej, mazistej, gnijącej substancji powstającej wskutek obumierania glonów i organizmów zwierzęcych, które są splukiwane przez ścieki z górnej powierzchni kamieni w głąb złoża. Masowo występują tutaj drobne bakterie, często spotyka-

no *Beggiatoa alba*, rzadziej niż na powierzchni złoża występują tutaj *Zoogloea ramigera* i *Sphaerotilus natans*. Niekiedy spotykano pojedyncze okazy okrzemek lub ich puste pancerzyki, a także małe skupiska sinio *Microcystis incerta* i *Gloeocapsa crepidinum* oraz pojedynczo *Oscillatoria terebriformis*. Prawdopodobnie spływały one tutaj wraz ze ściekami. W tej warstwie często spotykano także zwierzęta bezkręgowce, stale przemieszczające się między górną i dolną powierzchnią kamieni. Skład organizmów i wygląd dolnej powierzchni kamieni złoża nie zmienia się w zasadzie w ciągu całego roku.

Przy odwiedzinach oczyszczalni w lipcu 1980 r. i w październiku 1981 r. zaobserwowano, że kamienie na powierzchni złoża były czarne. Okazało się, że pracownicy oczyszczalni, pragnąc usprawnić działanie złoża, usuwali z powierzchni kamieni silnie rozwiniętą zieloną powłokę zdrapując ją wiklinowymi miotłami i przewracali kamienie spodnią stroną ku górze. Na kamieniach znajdowała się wówczas opisana powyżej gnijąca mazista substancja.

W sierpniu 1980 r. na tych odwróconych kamieniach pojawiły się masowo duże skupiska *Sphaerotilus natans*. Wraz z bakteriami siarkowymi i zooglealnymi nadawały one powierzchni złoża barwę kremową. Później dopiero /we wrześniu/ rozwinięło się obficie *Stigeoclonium tenue* i kamienie przybrały barwę szarozieloną.

Zdarzało się także /w okresie jesiennozimowym/, że na powierzchni złoża nie wszystkie kamienie były jednakowo zabarwione, gdyż w niektórych miejscach obficie rozwijały się różne organizmy. Intensywnie zieloną barwę miały kamie-

nie w centralnej części złoża i tam *Stigeoclonium tenue* było najobfitsze; w kierunku betonowej obudowy złoża dającej cień w ciągu dnia, zwiększał się nieco udział *Zoogloea ramigera* i *Sphaerotilus natans* i barwa zmieniała się na bardziej szarozieloną.

Na betonowej obudowie złoża przeważały sinice z dodatkiem rozmaitych bakterii i zabarwiały ją na kolor sinoczar-ny. W czasie lata występowały tu masowo larwy muchówek i dojrzale owady, wówczas obrzeże miało kolor brunatny.

Zaobserwowano, że w powstających niekiedy na złożu kałużach zastojowych rozwijały się liczniej Eugleny, miało to miejsce w 1979 r., w późniejszych próbach nie występowały one w ogóle, prawdopodobnie wyginęły wskutek chlorowania ścieków w maju 1980 roku.

W pełni lata na urządzeniach uoprowadzających ścieki do ramion zraszacza /rys. 1 a, o/ i na zbiorniczku okalającym rurę doprowadzającą ścieki do ramion zraszacza obficie rozwijała się bakteria *Sphaerotilus natans* z dodatkiem *Beggiatoa alba* i *Fusarium aquaeductum* oraz pojedynczymi komórkami *Navicula accomoda* i *Gomphonema parvulum*; barwa tych skupień była żółta.

KOLEJNOŚĆ ZASIEDLANIA POWIERZCHNI KAMIENI
PRZEZ POSZCZEGÓLNE GATUNKI GLONÓW

Na powierzchni kamieni, wyłożonych na złożu na drucia-
nych koszykach, prowadzono obserwacje przez blisko 8 tygod-
ni /od 20.III do 13.V.1980 r./, aż do pełnego wykształcenia
się powłoki organizmów /tabela VII/.

Po czterech dniach ekspozycji powierzchnia kamieni by-
ła pokryta cienką, śluzowatą, szarą błonką utworzoną przez
Zoogloea ramigera oraz rozmaite inne bakterie kuliste i pa-
łeczkowate. Ilość bakterii znacznie wzrosła po 8 dniach;
wtedy stwierdzono obecność także *Microcystis incerta* w pos-
taci małych kolonii nieregularnych kształtów, o gęsto usta-
wionych komórkach. Spotykano też pojedynczo kolonie *Gloeocap-
sa crepidinum*, trychomy *Oscillatoria terebriformis* oraz ko-
mórki *Navicula accomoda*, *Nitzschia palea* i *Chlorella vulga-
ris*.

Po 12 dniach ekspozycji kamieni zauważono zmianę barwy
ich powierzchni: nie była ona już jednolicie szara, lecz po-
jawiły się na niej jasnozielone plamki widoczne gołym okiem.
Pod lupą widać było wśród bakterii wyraźne skupiska *Hypnomo-
nas chlorococcoides* i pojedyncze krótkie okazy *Stigeoclonium
tenue*. Pod mikroskopem było widać, że nie są one pokryte bak-
teriami.

W siedemnastym dniu ekspozycji nie stwierdzono występo-
wania dodatkowych gatunków glonów, lecz zauważono, iż rozras-
tały się te, które zasiedliły już powierzchnię kamieni,
szczególnie *Zoogloea ramigera*, *Microcystis incerta*, *Gloeocap-*

sa crepidinum, Navicula accomoda, Nitzschia palea oraz Stigeoclonium tenue i Hypnomonas chlorococcoides.

Jest interesujące, że duże, wyraźne plechy Beggiatoa alba i Sphaerotilus natans zauważono dopiero po 20 dniach.

Rozrastanie się plech bakterii zooglealnych i obfite występowanie rozmaitych innych bakterii było wyraźne po 25 dniach ekspozycji kamieni. W tym też czasie spotkano pojedyncze okazy Gomphonema parvulum wraz z odmianami subelipticum i micropus. Wówczas to dało się zauważyć pod lupą żółtawe lub pomarańczowobrazowe plamki tworzone przez okrzemki, a także szarobrazowe skupiska Gloeocapsa crepidinum.

Większe skupiska okrzemek obserwowano po 29 dniach, kiedy to pojawiły się kolejne gatunki: Navicula atomus i Navicula sp. W tym samym czasie zauważono pojedyncze nici Lyn-gbya aerugineocoerulea.

Gatunkami, które jako ostatnie zasiedliły powierzchnię nowo wystawionych kamieni były: Gomphonema angustatum po 33 dniach i Microthamnion klützingianum po 37 dniach. Ten ostatni występował jako pojedyncze, jasnozielone plechy silnie przymocowane do podłoża: spotykano także większe okazy tworzące zoosporangia.

Po pięciu tygodniach eksponowania kamieni stwierdzono, że na ich powierzchni pojawiły się prawie wszystkie gatunki organizmów zauważonych na powierzchni złoża z wyjątkiem Phormidium sp. i euglenin. Wytworzyły żywozieloną powłokę o grubości 2-3 mm, która była nieco cieńsza od starej, pokrywającej całe złożo /2-5 mm/, na powierzchni złoża powłoki w tym czasie /kwiecień 1980 r./ były także zielone.

Gatunki zasiedlające nowo wystawione kamienie były mniej liczebne lecz były bardziej żywotne i właściwie nie spotykano wśród nich okazów martwych. Jeszcze po 37 dniach ekspozycji dało się zauważyć pod lupą jednogatunkowe skupienia zielenic, okrzemek, sinic i bakterii o charakterystycznych zabarwieniach. W początkowych fazach zasiedlania można było z tych barwnych plamek pobierać do badań prawie czyste skupiska pojedynczych gatunków. Później poszczególne gatunki rozprzestrzeniały się i po 54 dniach były ze sobą bardzo przemieszane podobnie jak na kamieniach pozostających przez długi czas w złożu. Także skład gatunkowy glonów na nowo eksponowanych kamieniach był w zasadzie taki sam jak na powierzchni złoża. Nie było tylko euglen, które na złożu nieco liczniej występowały tylko w zastoiskowych kałużach.

CHARAKTERYSTYKA GŁONÓW
WYSTĘPUJĄCYCH W ZBIORNICZKU KOŁO ZRASZACZA

W zbiorniczku okalającym rurę doprowadzającą ścieki do ramion zraszacza gromadziły się półprzejszyste, opalizujące ścieki; na ich powierzchni wypływały niekiedy małe kożuchy składające się ze stałych zanieczyszczeń fekalnych i obumarłych organizmów. W tych kożuchach rozwijała się większość spotykanych organizmów w tym środowisku.

Stwierdzono występowanie 23 taksonów, z czego glony były reprezentowane przez 19 gatunków. Wszystkie oznaczone organizmy były takie same jak występujące na powierzchni kamieni, lecz ich większość w zbiorniczku występowała w bardzo małych ilościach i nie we wszystkich badanych próbach /tabela VIII/.

Najobficiej występowały eugleniny. Najliczniejsza była *Euglena viridis*, a następnie *E. pisciformis* i *E. proxima*. Pozostałe gatunki występowały w małych ilościach i nie we wszystkich badanych próbach. Sporadycznie spotykano *Phacus acuminatus* i *Ph. pleuronectes*. Wszystkie gatunki euglenin występowały od stycznia 1979 roku tylko do maja 1980 roku, w późniejszych próbach nie stwierdzano ich obecności; wyglęły prawdopodobnie wskutek chlorowania ścieków.

Z Okrzemek liczniejsze były *Navicula accomoda* i *Nitzschia palea*. Na pływających kożuchach spotykano przez cały okres badań rozmaite drobne bakterie, wśród których najliczniej występowała *Beggiatoa alba*, szczególnie w okresie lata

i jesieni. Sinice i inne glony oraz *Fusarium* spotykano w pojedynczych okazach lub we fragmentach wskazujących na to, że stanowią one tylko domieszkę pochodzącą z powierzchni złoża.

Jak wynika z przeprowadzonych obserwacji, ilościowy udział glonów i niektórych bakterii był odmienny niż zanotowano w tym samym czasie na powierzchni kamieni złoża.

W zbiorniczku koło zraszacza nie spotykano szeregu gatunków, które występowały na kamieniach a były to: *Lyngbya aerugineo-coerulea* f. *maior*, *Phormidium* sp., spośród okrzemek brak było *Gomphonema parvulum* var. *subelipticum* i var. *micropus*, *G. angustatum* i *Nitzschia* sp., brak było także zielenicy *Hypnomonas chlorococcoides*. Natomiast eugleniny trafiające się na powierzchni kamieni złoża pochodziły prawdopodobnie ze zbiorniczka, gdyż ścieki ze zbiorniczka przelewały się ponad jego obrzeżem na kamienie złoża.

ZACHOWANIE SIĘ GLONÓW I BAKTERII
PRZETRZYMIWANYCH POZA ZŁOŻEM

Biorąc pod uwagę fakt, że na powierzchni złoża tworzyły się niekiedy stojące kałuże ścieków świadczące o miejscowym zatykaniu się złoża i o zmniejszonej jego przepustowości, postanowiono sprawdzić jak zachowują się poszczególne gatunki glonów i makroskopowych plech bakterii, gdy się je wyjmie spod zraszacza i pozostawi w stojących ściekach. Do tego celu przeznaczono próby z kamienia i ze zbiorniczka koło zraszacza przywiezione do pracowni 10.04.1980 r.

Kamień o średnicy 5 cm pokryty był na górnej powierzchni dość grubą zieloną powłoką glonów wymieszanych z bakteriami. Dominowały w niej bakterie *Zoogloea ramigera*, *Sphaerotilus natans* oraz glony *Stigeoclonium tenue* z dodatkiem *Hypnomonas chlorococcoides*, *Navicula accomoda*, *Nitzschia palea* i *Oscillatoria terebriformis*, w towarzystwie mniejszych ilości *Microthamnion kützingianum*, *Microcystis incerta*, *Gloeocapsa crepidinum*, *Gomphonema parvulum* i *Navicula atomus* i nielicznych okazów *Chlorella vulgaris*, *Lyngbya aerugineo-coerulea*, *Navicula* sp., *Phormidium* sp., *Gomphonema angustatum* i *Beggiatoa alba*. Od spodu kamienie pokryte były czarnym szlamem zagniwającego materiału, w którym występowały obficie drobne bakterie, a także nieliczne sinice *Microcystis incerta*, *Gloeocapsa crepidinum* i niekiedy *Oscillatoria terebriformis*.

W opisanej powyżej próbie wyjściowej /0/ na kamieniu

okazy wszystkich gatunków były żywe i w dobrej kondycji /tabela IX/. Przetrzywanie próby w pracowni w zmienionych warunkach w stosunku do złoza zraszanego oczyszczalni, to jest przede wszystkim przy zmniejszonym dopływie tlenu, większym nagromadzeniu się siarkowodoru, a także przy zmniejszonym dopływie światła oraz w nieco wyższej i nie zmieniającej się temperaturze w ciągu doby, ujawniły rozmaite reakcje u różnych gatunków.

Silnie zareagowało na zmianę warunków bytowania *Phormidium* sp.: w próbie wyjściowej spotykano pojedyncze nici, których komórki już po 6 dniach degenerowały, często trychomy były pozbawione pochw i osiedlały się na nich bakterie co spowodowało, że w 9 dniu spotykano jedynie rozpadające się trychomy; proces ten przebiegał bardzo szybko i po 11 dniach nie spotkano już żywych okazów. Podobnie wrażliwa była okrzemka *Gomphonema angustatum*: po pierwszym dniu przetrzywania próby stwierdzono znacznie mniejszą ilość okazów żywych w stosunku do próby wyjściowej i zmiany w obrębie komórek, co objawiało się zmianą barwy chromatoforów na brązową; po 9 dniach w większości spotykano okazy martwe, mające wyraźnie odbarwiony i pokurczony chromatofor; w 17 dniu spotykano jedynie puste pancerzyki. Także wrażliwą okazała się okrzemka *Navicula* sp., która podobnie reagowała na zmianę warunków jak *Gomphonema angustatum* z tym, że same puste pancerzyki spotkano w 20 dniu przetrzywania próby.

Do grupy gatunków wrażliwych na zmianę warunków należy również sinica *Gloeocapsa orepidium*: po 11 dniach wyraźne

były zmiany wnętrza u niektórych komórek i nieregularne ich podziały, prowadzące do zmiany wyglądu kolonii. Barwa kolonii z oliwkowobrązowej zmieniała się na szarobrązową, a w końcowym etapie na całkowicie szarą. Zdegenerowane komórki, a nawet całe kolonie opadały na dno, gdzie ulegały rozkładowi; po 29 dniach były nie do rozpoznania.

Stigeoclonium tenue, będące dominującą zielenicą na powierzchni złoża zraszanego, w próbach przetrzymywanych w laboratorium utrzymywało się w dobrym stanie przez 12 dni; po 17 dniach stwierdzono zmniejszoną żywotność, co przejawiało się zwiększającą się ilością komórek zwakuolizowanych i odrywaniem plech od powierzchni kamienia; po 20 dniach większa ilość komórek w plesze była zwakuolizowana, następowało odbarwienie chromatoforów, ich kurczenie, a także rozpadały się pojedyncze nici; całe plechy odrywały się od powierzchni kamienia i znajdowano je na dnie słoika, gdzie były całkowicie pokryte bakteriami; w 31 dniu spotykano jedynie puste ściany komórek i fragmenty pojedynczych nici.

Kolejno wypadającymi gatunkami były: *Sphaerotilus natans*, najmniej wytrzymały na zmienione warunki spośród bakterii, którego nici zaczęły się rozpadać po 17 dniach, a w 27 dniu spotykano jedynie martwe okazy w postaci rozkładających się skupisk tej bakterii na dnie słoika; kolonie sinicy *Microcystis incerta* po 20 dniach stawały się bardziej poprzerywane, komórki były luźniej rozmieszczone, poczym kolonie rozpadały się, a komórki opadały na dno, gdzie po wymieszaniu z bytującymi tam drobnymi bakteriami, zwłaszcza kulistymi, były praktycznie nie do rozpoznania, tak że w 29 dniu nie

było widać po nich śladu.

Nieco inaczej reagowała sinica *Lyngbya aerugineo-coerulea*. W próbie wyjściowej ilość okazów była mała, ale były one w dobrej kondycji. W 11 dniu przetrzymywania próby zauważono, że ilość nici wzrosła i taki stan utrzymywał się do 20 dnia. W 24 dniu zmniejszyła się żywotność okazów, co przejawiało się częściową wakuolizacją komórek i wypełzaniem trychomów z pochw. W 27 dniu zwiększyła się znacznie wakuolizacja komórek, nici rozpadały się i były atakowane przez bakterie, w 31 dniu spotykano jedynie fragmenty bardzo zmienionych trychomów.

Wśród okrzemek gatunkiem średnio wytrzymałym na zmienione warunki były okazy małej okrzemki *Navicula atomus*, która przejawiała żywotność zmniejszoną dopiero w 17 dniu przetrzymywania próby, co przejawiało się przede wszystkim zmianami w obrębie chromatoforu, którego kolor ulegał zmianie z zielonego do ciemnobrązowego, a także kurczył się i następowała ograniczona ruchliwość komórek, ilość okazów żywych bardzo malała. Same puste pancerzyki spotykano dopiero w 31 dniu przetrzymywania próby, były one jednak bardzo trudne do zauważenia ze względu na bardzo małe wymiary.

Gatunkiem dobrze znoszącym przetrzymywanie w ściekach był *Microthamnion kützingianum*. Jego plechy były silnie przymocowane do kamieni, tworzyły gęste skupiska, w 12 dniu spotykano okazy tworzące zoosporangia. Nieznaczne procesy degeneracji polegające na częściowym rozpadaniu się plech, a także pojedynczych nici obserwowane w 31 dniu przetrzymywania próby; same martwe komórki spotykano w 36 dniu.

Powoli reagował na zmienione warunki *Hypnomonas chlorococcoides*; żywe okazy tego gatunku spotykano przez cały czas, jednak jego żywotność zmniejszyła się w 17 dniu przetrzymy-

wania próby; zmniejszyła się ilość młodych komórek i nie obserwowano podziałów u starych komórek, co wskazywało na ograniczoną żywotność; taki stan utrzymywał się do 29 dnia; później spotykano jedynie pojedyncze żywe komórki w dużym stopniu pokryte bakteriami.

Najdłużej zmianę warunków wytrzymały okrzemki: *Nitzschia palea*, *Navicula accomoda* oraz *Gomphonema parvulum*, a więc te, które były liczniejsze na złożu. Komórki *N. accomoda* spotykano żywe, poruszające się przez cały okres prowadzonych obserwacji. W 27 dniu spotykano obok okazów żywych także okazy nie poruszające się z pokurczonym chromatoforem i puste pancerzyki.

Spośród bakterii *Zoogloea ramigera* i *Beggiatoa alba* okazały się najbardziej odporne na zmienione warunki bytowania. W wyjściowych próbach spotykano zwykle, niezbyt dużą ilość nici *Beggiatoa alba*. W 9 dniu obserwowano zwiększoną ilość tej bakterii, a w komórkach stwierdzono występowanie licznych kropelek siarki, co dowodziło o wzroście siarkowodoru w przetrzymywanej próbce; po 36 dniach na dnie słoika, gdzie gromadziły się obumarłe szczątki omówionych przedtem organizmów, powstała szarobiała błonka w wyniku masowego rozwoju tej bakterii.

Odmiennie reakcje na zmienione warunki zauważono w przypadku dwóch gatunków, a były to *Oscillatoria terebriformis* i *Gomphonema parvulum*. *Oscillatoria terebriformis* w próbce wyjściowej występowała w sporej ilości; w 9 dniu zauważono spadek żywotności, co objawiało się zwiększonym pokryciem trychomów przez bakterie oraz zmniejszoną liczbą podziałów komórek. Jednak w 12 dniu dał się zauważyć przyrost ilości

okazów w stosunku do próby wyjściowej, zauważono także intensywniejsze pouziały komórek w różnych częściach trychomów oraz ich intensywniejsze ruchy. Dopiero w 27 dniu zaobserwowano wyraźne procesy degeneracji części komórek, odrywanie się skupień nici od powierzchni kamieni i ich rozpadaanie na pojedyncze trychomy, które opadały na dno słoika i tam ulegały procesom rozkładu. W 31 dniu obserwowano tylko niewielkie fragmenty martwych, zdegenerowanych trychomów, często trudnych do rozpoznania. U *Gomphonema parvulum* do 17 dni obserwowano wzrost ilości komórek, po czym w 20 dniu notowano nieznaczny spadek żywych komórek i spotykano okazy nie poruszające się i często ze zmienioną barwą chromatoforu z zielonej na brązową. W 27 dniu stwierdzono ponowny wzrost ilości okazów żywych, poruszających się i stan taki utrzymywał się do 31 dnia obserwacji, natomiast w 36 dniu spotykano większą ilość pustych pancerzyków a tym samym małą ilość okazów żywych. Zarówno dla *Oscillatoria terebriformis* jak i *Gomphonema parvulum* nie zdołano znaleźć wyjaśnienia takiego zachowania się.

Wraz ze zmianami żywotności okazów poszczególnych gatunków zmianie uległ wygląd kamienia, co było wyraźnie widoczne w 20 dniu, kiedy to zaczęły odpadać od niego plechy *Stigeoclonium tenue*. Barwa kamienia z zielonej przechodziła do szarozielonej, a następnie do szarej w 29 dniu przetrzymywania. Wówczas to na jego powierzchni nie znajdowano żywych okazów *Stigeoclonium* w ogóle. Jedynie w niektórych partiach były widoczne skupiska zielone *Microthamnion kützingianum*. Po 36 dniach spotykano na powierzchni kamienia bardzo rzadko poje-

dyncze okazy *Hypnomonas chlorococcoides* o bardzo słabej żywotności oraz pojedyncze okrzemki *Navioula accomoda* i *Gomphonema parvulum*. Nieco więcej spotykano bakterii kulistych i pałeczkowatych. Na dnie słoika, gdzie opadały rozkładające się szczątki organizmów, obficie rozwinęła się bakteria *Beggiatoa alba* tworząc szarobiałą błonkę.

Przewieziona do pracowni próba ścieku ze zbiorniczka koło zrąszacza zawierała eugleny żywe, w dobrej kondycji /tabela IX/. Wyraźnie dominującymi gatunkami były: *Euglena viridis*, która gromadziła się zwykle na styku słoika z powierzchnią ścieków oraz *E. pisciformis*, która już po 2 godzinach po przywiezieniu do pracowni tworzyła na powierzchni ścieków błonkę koloru zielonego /w której znajdowano b. dużo okazów z ograniczoną ruchliwością/. Również w dużych ilościach spotykano *Euglena* sp., głównie w toni ścieków. Mniej licznie występowała *E. hemichromata* i *E. proxima*: pierwsza w toni ścieków, druga często tuż przy ich powierzchni. Najmniej okazów w przywiezionej próbie /O/ stwierdzono *E. intermedia*; były to pojedyncze okazy i występowały tylko przy dnie słoika.

Spośród euglenin najbardziej wrażliwą okazała się *E. intermedia* i *E. hemichromata*. W 9 dniu przetrzymywania próby stwierdzono, że ich żywotność była znacznie ograniczona. W przypadku *E. intermedia* przejawiało się to zahamowaniem ruchów i niekiedy wakuolizacją komórki, natomiast *E. hemichromata* miała ruchy znacznie zwolnione i mniej metaboliczne komórki, niektóre z nich traciły wici; niekiedy także zmieniał się układ ziaren paramylonu w komórce. Po 12 dniach

spotykano jedynie martwe okazy tych gatunków.

Nieco dłużej wytrzymała zmienione warunki *E. proxima*, martwe okazy spotykano po 17 dniach.

Objawy zmniejszonej żywotności u *E. pisciformis* zauważono w 12 dniu przetrzymywania próbki; wówczas to błonka powstała na powierzchni scieku rozpadała się i komórki częściowo opadały na dno słoika, gdzie były atakowane przez bytujące w sciekach bakterie. W 24 dniu nie spotykano żywych okazów tego gatunku.

Nieco dłużej wytrzymała zmienione warunki *Euglena* sp.: martwe okazy spotykano w 24 dniu.

Najodporniejszym gatunkiem okazała się *E. viridis*: w początkowym okresie /około 12 dni/ ilość jej komórek zwiększała się. Zmniejszoną żywotność komórek zauważono dopiero w 20 dniu obserwacji: co przejawiało się zmniejszoną ruchliwością komórek, traceniem wici przez niektóre okazy, a także zmianą układu chromatoforów. W 24 dniu przetrzymywania próby większa część spotykanych okazów była spiazmalizowana i tylko niekiedy można było natrafić na pojedyncze żywe okazy będące w normalnej kondycji; wyłącznie martwe komórki spotykano w 29 dniu przetrzymywania próby.

Podczas gdy na złożu oczyszczalni, na powierzchni kamieni pozostających w kałużach zastojowych zwiększa się ilość *Sphaerotilus natans* i *Zoogloea ramigera* i ograniczony jest wzrost plech *Stigeoclonium tenue* i innych glonów, to na kamieniach przetrzymywanych w pracowni dość szybko ginie *Stigeoclonium* i *Sphaerotilus*, a na ich plechach i innych gnijących organizmach rozwija się *Beggiatoa alba*.

To odmienne zachowanie się gatunków w próbie przetrzymywanej w pracowni w porównaniu z występującymi w kałużach ścieków na powierzchni złoża jest uwarunkowane prawdopodobnie brakiem tlenu i gniciem organizmów.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Obećność glonów na powierzchni złoża zraszanego oczyszczalni ścieków osiedla Kliny daje się zauważyć zwykle już na pierwszy rzut oka. Obfite występowanie glonów tłumaczy się bardzo dobrym dostępem światła dziennego, gdyż kolumna nie jest niczym nakryta ani zadaszona. Tym różni się ten typ oczyszczalni od złoży zraszanych pozostających pod dachem, gdzie ograniczony dostęp światła powoduje słaby rozwój glonów i tylko nielicznych gatunków /Pudo 1978/.

Badane złoże jest wystawione na działanie także i innych czynników atmosferycznych zależnych od pory roku, w tym temperatury powietrza i opadów. Pora roku ma wpływ na tempo rozrastania się porośli i na grubość, jaką pokrywają powierzchnię kamieni złoża: w zimie jej grubość wynosiła 3-4 mm, na wiosnę i w lecie dochodziła do 6 mm. Bethge /1940/ dał wzmiankę ze złoża zraszanego /z dość skondensowanymi ściekami/, że w zimie udział glonów był mniejszy, co wiąże się ze słabym dopływem światła. W lecie wysokie temperatury powietrza i ścieków mogą przyspieszać zagniwanie nagromadzonej substancji organicznej. Jednak skład gatunkowy i ilościowy porośli okazał się być w zasadzie niezależny od pory roku. Pozostaje w wyraźnym związku z obecnością ścieków i wiekiem porośli. Obecność ścieków sprzyja obfitemu występowaniu bakterii /szczególnie pospolitych w takich warunkach *Zoogloea ramigera* i *Sphaerotilus natans*/ i pewnych gatunków glonów. Stwierdzono, że porośla bakteryjno-glonowe, zielone, wytwarzają się na powierzchni złoża oczyszczalni osiedla Kli-

ny w ciągu ok. 4-7 tygodni. Podobny czas odnotował Imhoff /1970, 4-6 tygodni/ i Cooke /1959, 1967: ok. 50 dni/.

Rozrastanie i starzenie się utworzonego zbiorowiska wpływa na szybkość odpływania ścieków z powierzchni złoża i na zatykanie wolnych przestrzeni między kamieniami. Łączy się z tym wyraźna zmiana barwy powierzchni złoża związana z obfitym rozwinięciem się różnych składników porośli; obserwowano barwę zieloną, szarozieloną i pomarańczową.

Zielone są młode powłoki porośli rozwijające się do ok. 7 tygodni, zawdzięczające barwę obecności przede wszystkim dużych plech *Stigeoclonium tenue* towarzyszących obficie bakteriom ściekowym.

Barwą szarozieloną charakteryzują się starsze porośla, w których *Stigeoclonium* i inne glony zaczynają ginąć z jakichś przyczyn /np. przy wysokich temperaturach powietrza; przy silniejszych opadach, kiedy woda deszczowa i ścieki zalegają na powierzchni złoża i nie odpływają dostatecznie szybko w głąb złoża; po awaryjnym zatrzymaniu dopływu ścieków na złoże/, a silniej rozwijają się bakterie z dodatkiem sinio.

Barwę pomarańczową powodują obficie wytwarzane zarodniki grzyba *Rusarium aquaeductum*, którego grzybnia rozrasta się na powierzchni ginących, starych i grubych, nadmiernie rozwiniętych powłok bakterii i glonów, które powodują zatkanie i zagniwanie złoża.

Zieloną powłokę porośli obserwowali Roberts /1946/ i Cooke /1959, 1967/ przez większą część roku na wystawionej na światło powierzchni złóż zraszanych w oczyszczalniach w

Leicester w Anglii i w Dayton w USA.

Na zmianę barwy powierzchni złoża zraszanego i na jej związek ze stanem porośli zwrócił uwagę Hänel /1971/; sądząc z cytatu przytoczonego przez Uhlmanna /1982/ było to złoże pozbawione dopływu światła, bo nie ma w nich mowy o glonach, ani o zielonym aspekcie powierzchni złoża. Obserwował natomiast: czerwoną barwę spowodowaną przez bakterie purpurowe i wskazującą na brak tlenu; mlecznobiałe zabarwienie wywołane przez białe bakterie siarkowe i również wskazujące na brak tlenu; żółtopomarańczowy aspekt powierzchni złoża wskazujący na początek masowego rozwoju Fusarium, który uznał za sygnał niebezpieczeństwa zatkania złoża. Masowy rozwój grzyba i niebezpieczeństwo zatkania złoża łączy się niewątpliwie z nadmiernym rozmnożeniem się porośli, a więc zbyt starą ich powłoką, podobnie jak to było w oczyszczalni osiedla Kliny. Dwu pierwszych obserwowanych przez Hänela typów zabarwienia porośli tutaj nie obserwowano.

Innego typu wzmiankę znaleźć można u Kolkwitz /1910 r./. Obserwował on mianowicie, że lokalne obfite występowanie organizmów powodowało występowanie rozmaitego zabarwienia różnych miejsc na złożu: zielone /Chlorella, Chlamydomonas/, czarnozielone /Phormidium/, brązowe /okrzemki/, stare /bakterie/, czerwone /bakterie siarkowe/ i białe /bakterie siarkowe/; w zimniejszej porze roku glony ustępowały przed grzybami.

Czarna, mazista substancja występująca na spodzie badanych kamieni odpowiada obserwowanej przez Hänela /1971/ wg. Uhlmanna 1982/ czarnej barwie na kamieniach w głębszej części

złoża, co zdaniem tego badacza spowodowane jest osadzaniem się siarczków żelaza przy niedostatecznym dopływie tlenu.

Trudno określić jak długi jest okres sprawnego działania porośli i po upływie jak długiego czasu następuje obumieranie części nazbyt zagęszczonego i rozwiniętego zbiorowiska, przy czym obumierające glony rozkładają się powodują wtórne zanieczyszczenie złoża i przyczyniają się do zwiększonego rozwoju *Sphaerotilus* i *Zoogloea* dając szarzielony aspekt złoża. Nie udało się też zebrać danych ani w badanym obiekcie, ani w literaturze, po jakim czasie dochodzi do obfitego rozrośnięcia się grzybni *Fusarium* na powierzchni rozkładających się glonów i bakterii, i do opanowania przez nią całej powierzchni górnej warstwy kamieni, połączonego z masowym tworzeniem zarodników i wystąpieniem pomarańczowej barwy. Stosowane w tym czasie mechaniczne oczyszczenie powierzchniowej warstwy kamieni złoża przez obsługę oczyszczalni ścieków /przy użyciu wiklinowej miotły/ daje co prawda możliwość odrastania nowej powłoki porośli, przyspiesza jednak zatykanie się wolnych przestrzeni w głębiej leżących warstwach złoża. Przewracanie kamieni pokrytych warstwą porośli powoduje ich zagniwanie i również zatykanie złoża.

Zagniwanie porośli w kałużach zastoiskowych tworzących się na powierzchni złoża przy ograniczonym przepływie ścieków, lub przy silniejszych opadach, spowodowane jest zmniejszonym dopływem /lub silnym zużyciem/ tlenu w stojącej wodzie ścieków; niezbyt duży stopień wytrzymałości na brak tlenu większości występujących tu gatunków obserwowano w czasie przetrzymywania ich poza zraszaczem w pracowni.

Na powierzchni badanego złoza zraszanego zidentyfikowano 27 taksonów glonów. Podobne, małe liczby taksonów podają także Kolkwitz /1910: 12 taksonów/, Bethge /1940: 8 taksonów/, Jorgensen /1952: 7 taksonów/, Cooke /1959, 1967: 10 taksonów/ i Fjerdingsstad /1964: 7 taksonów/. Do gatunków wspólnych na złożach badanych przez tych autorów należą: *Stigeoclonium tenue* /wzgl. *S. nanum*/, *Chlorella vulgaris*, *Nitzschia palea* i *Navicula accomoda, atomus*.

Bezpośrednio ponad powierzchnią złoza, na wewnętrznej stronie betonowego obrzeża kolumny, w miejscach narażonych na podsychanie i nieco zacienionych, obficie występowały sinice /*Phormidium* sp., *Oscillatoria terebriformis*, *Gloeocapsa crepidinum*, *Lyngbya aerugineo-coerulea*/. Jest to do pewnego stopnia zbieżne z obserwacją Cookea /1959, 1967/, że sinice były częstsze od innych glonów na złożach tylko okresowo oczyszczających nadmiar ścieków, a więc okresowo osuszanych, podczas gdy zielenice i okrzemki występowały obficie na złożach czynnych bez przerwy.

W przypadkowo utworzonym zbiorniczku ścieków u nasady ramion zraszacza przez pewien okres czasu występowało obficie kilka gatunków euglen, które wyginęły prawdopodobnie na skutek chlorowania.

Z analiz chemicznych /tabela I-IV, rys. 34, 35/ wynika, że porośla występujące w badanej oczyszczalni brały udział w biodegradacji azotu i fosforu; np. redukcja detergentów w 1979 r. wynosiła średnio 44,2 %, a w 1980 r. 55,5%. Z badanych przez pracowników oczyszczalni jedynie wyrywkowo zawartości azotanów i fosforanów wynika, że ich ilość była mała,

ale także ulegała znacznemu zmniejszeniu po przejściu przez złoża. Można to również przypisać częściowo glonom.

W sumie oznaczono 27 taksonów glonów. Wśród organizmów żyjących w oczyszczalni ścieków osiedla Kliny te, które spotyka się liczniej, to saprobionty, występujące wyłącznie w wodach bardzo silnie zanieczyszczonych substancjami organicznymi, i saprofitie, które spotykane są też w wodach czystych i słabo zanieczyszczonych, jednak obficie rozwijają się w wodach silnie zanieczyszczonych.

Spośród glonów rosnących na powierzchni złoża badanej oczyszczalni na szczególną uwagę zasługuje zielenica *Stigeoclonium tenue*, gdyż jest ona najczęstszym składnikiem porośli i jej plechy osiągają makroskopowe rozmiary. Jest to w zasadzie gatunek słodkowodny, reofilny /Starmach 1972/. Od dawna zwrócono uwagę na dużą zmienność jego plech sprawiającą kłopoty przy identyfikacji /Islam 1963, Printz 1964/, stwierdzono też, że jest ważnym składnikiem organizmów żyjących w rzekach zanieczyszczonych ściekami komunalnymi, jest spotykany też obficie w ściekach fekalnych. Początkowo przypuszczano, że tylko toleruje nawet bardzo silne zanieczyszczenia organiczne /Zueller 1908 wg cytatu u McLean, Benson-Evans 1974/, później zaczęto go uważać za organizm wskaźnikowy przy ocenie stopnia zanieczyszczenia na podstawie analizy biologicznej /tabela XI/. Ponieważ spotykany był także w wodach zupełnie czystych, kwestionowano jego wartość wskaźnikową. Stał się przedmiotem wielostronnego zainteresowania i rozmaitych eksperymentów. Stwierdzono, że jest tolerancyjny w stosunku do dużych ilości azotu w pożywce /Arendt 1982, Francke 1982,

Francke, Rhebergen 1982/, są sugestie o jego heterotroficznym sposobie odżywiania się i wykorzystywaniu związków organicznych zawartych w ściekach /Bowditch, McLean 1982/, o tolerancji w stosunku do obecności chlorków i o istnieniu ekotypów euryhalinnych, stenohalinnych i pośrednich /Francke, Rhebergen 1982/. Jest też nadzwyczaj odporny na obecność rozmaitych substancji toksycznych, miedzi, chromu, a także fenolu /Fjerdingstad 1965/, i na metale ciężkie /McLean 1974: Pb, Fe, Zn, Mn/. Ponieważ gatunek ten spotyka się także w wodach czystych, słuszne jest określenie Fjerdingstada /1965/ poparte przez McLean i Benson-Evans /1974/, że jest to gatunek saprofilny, a nie saprobiotyczny, i że należy zachować ostrożność przy opieraniu się na nim przy ocenie stopnia zanieczyszczenia lub czystości wody.

Do gatunków saprofilnych, dobrze scharakteryzowanych przez Fjerdingstada /1965/, należy dodać zielenicę *Hypnomonas chlorococcoides*, która odnotowywana była w niewielkich ilościach w rozmaitych wodach meso- i eutroficznych europejskiej części Związku Radzieckiego /Korshikov 1953/ i w Tyrolu /Ettl 1968/, natomiast spotykana była obficie zarówno w badanej tu oczyszczalni ścieków miejskich jak i w stawach zalewanych ściekami z cukrowni /Hojda 1980/.

Potwierza się też saprofilny charakter okrzemki *Navicula accomoda*, po raz pierwszy tutaj w Polsce zidentyfikowanej, która znajdowana jest w wodach czystych rzadko i w pojedynczych okazach /Jørgensen 1952, Foged 1963/, natomiast obficie i często w wodach silnie zanieczyszczonych substancjami organicznymi, też w ściekach rekalnych /Messikommer 1951, Foged

1959, Patrio, Reimer 1966, Von Dam 1974, Schoeman, Archibald 1976/; może ona być łatwo mylona z innymi gatunkami *Navicoula* o małych komórkach /Wołowski 1984/ zbliżonych kształtem do okryw *N. cryptocephala*. Można więc podejrzewać, że *N. accommoda* była też obecna na powierzchni oczyszczalni ścieków mleczarskich w Szaflarach, skąd Januszko /1965/ podała *N. cryptocephala*.

Buły rozwój *Microthamnion kützingianum* wśród badanych porośli, a szczególnie na ginących plechach *Stigeoclonium*, jak i wzmianka Printza /1964/, że gatunek ten szczególnie obficie występuje na obumierających roślinach i drewnie, potwierdzają również jego saprofilny charakter stwierdzony przez Fjerdingstada /1965/.

Uwzględniając system saprobów Kolkwitza /1950/ i rozmaite modyfikacje różnych autorów /tabela X/, a szczególnie określenie stopni czystości wody przez Starmacha /1960/ stwierdzono, że powierzchnia złoża zraszanego oczyszczalni ścieków osiedla Kliny ma zarówno cechy stefy polisaprobowej /BZE₅/, alfa-mesosaprobowej /skład związków organicznych, próba zagniwanian/ jak i beta-mesosaprobowej /różnorodność gatunków z występujących grup systematycznych/. Łączy się to zarówno z obecnością ścieków zawierających rozkładającą się materię organiczną, jak i z bardzo silnym, stałym natlenianiem w czasie rozpryskiwania przez zraszacze.

Rozkład związków organicznych zawartych w ściekach dokonuje się na złożu głównie dzięki bakteriom i grzybom. Pochodzące z rozkładu prostsze związki zostają w badanej oczyszczalni wykorzystywane na miejscu przez glony, gdyż złoże wys-

tawione jest na działanie światła. W zacienionych obiektach proces ten zostaje przesunięty w całości poza teren oczyszczalni, czego przykłady znaleźć można w opracowaniu Marssona /1904/ i Bethgego /1940/ porównując analizy organizmów z powierzchni złoża i z odpływu oczyszczalni.

Kolkwitz /1910/ zwrócił uwagę, że pewne dodatnie znaczenie ma - w oczyszczalniach ścieków tego typu co oczyszczalnia osiedla Kliny - dostarczanie przez glony dodatkowych ilości tlenu wydzielanego w dzień w czasie asymilacji dwutlenku węgla, który dostarczany jest obficie przez inne organizmy żyjące na złożu.

Charakteryzując działanie organizmów występujących na złożach zraszanych Stanisławska /1971, s. 30, 33/ pisze: "... w urządzeniach oczyszczających ścieki w skali laboratoryjnej częstą przeszkodą w pracy jest zarastanie glonami ... Jeśli urządzenie oczyszczające w laboratorium wykazywało tendencje pokrycia się glonami, trzeba niezwłocznie izolować je od dostępu światła". Doradza też przeciwdziałanie rozwojowi glonów działaniem siarczynu miedzi. Dotyczy to wyłącznie przezroczystych kolumn szklanych o bardzo małej średnicy, gdzie dochodzi do masowego rozwoju glonów nie tylko na powierzchni, ale i wewnątrz złoża i do jego szybkiego zatkania. Jej uwagę /str. 33/: "Wszelkie przeciążenia złożeń ściekami, awarie oraz starzenie się urządzeń oczyszczających dają znać o sobie w postaci regresji pierwotniaków ze środowiska a bujnym rozwojem glonów, nicieni, larw owadów, pajęczaków oraz bakterii nitkowatych" można odnieść jedynie do złożeń zraszanych zadaszonych, gdzie przy słabym dopływie światła do ob-

fitszego występowania glonów może rzeczywiście dojść dopiero w starych bardzo długo rozwijających się poroślach.

Najprawdopodobniej również zadaszonych, słabo oświetlonych złóż dotyczy ogólnikowa uwaga Uhlmana /1982/ w podręczniku hydrobiologii dla inżynierów, że oprócz zbyt silnie rozwiniętych porośli bakteryjno-grzybowych "Ebenso ungünstig ist hier die Entwicklung von Algen vor allem Blaualgen, grünen Faden - oder festsitzenden Geißelalgen". Nie ma uzasadnienia zatem wprowadzanie do podręczników ogólnikowych określeń, że obecność glonów na zraszanych złożach oczyszczalni ścieków jest szkodliwa.

W N I O S K I

Na powierzchni odkrytego złoza zraszanego oczyszczalni ścieków osiedla Kliny w Krakowie zidentyfikowano 27 taksonów glonów. Obecność zieleni, okrzemek i sinio - obok licznych bakterii, grzybów i innych organizmów - w poroślach pokrywających powierzchnię złoź zraszanych jest zjawiskiem normalnym w obiektach wolno stojących, nie przykrytych dachem ani nie obudowanych. Nie stanowią zagrożenia dla skuteczności działania złoza.

Obecność glonów na powierzchni złoza jest korzystna , gdyż: a/ wykorzystują one bezpośrednio na powierzchni złoza prostsze związki chemiczne będące wynikiem działalności bakterii i grzybów ściekowych; b/ dostarczają dodatkowych ilości tlenu zużywanego przy biodegradacji ścieków.

W zależności od stopnia rozwoju glonów i innych składników porośli oraz ich stanu pozostaje barwa powłok pokrywających powierzchnię kamieni złoza: a/ wywołany przez glony /a zwłaszcza przez *Stigeoclonium* i inne zielenice/ zielony aspekt powierzchni złoza wskazuje na dobrze rozwiniętą i dobrze działającą powłokę organizmów; b/ szarozielony aspekt powierzchni złoza wskazuje na starsze porośla /w których glony zaczynają obumierać z rozmaitych powodów/ i na lokalne zatykanie złoza, a zatem na ograniczenie oczyszczania ścieków; c/ pomarańczowy aspekt powierzchni złoza spowodowany masowym rozwojem grzybni i wytwarzaniem zarodników przez *Fusarium aquaeductum*, rozrastającego się na starych, nadmiernie rozwi-

niętych powłokach bakterii i glonów, wskazuje na złe działanie /zatkanie i zagniwanie/ złoża.

Jest oczywiste, że istnieje konieczność okresowego usuwania nadmiernie rozwiniętej powłoki bakteryjno-glonowej z powierzchni kamieni. by nie dopuścić do zarosnięcia wolnych przestrzeni i zatkania złoża; usuwanie jej przez zdzieranie /przy użyciu mioteł wiklinowych/ lub przez odwracanie kamieni nie jest wskazane, gdyż powoduje zatykanie głębiej leżących warstw złoża. Korzystniejsza wydaje się wymiana górnej warstwy złoża raz na rok, z końcem lata lub wczesną jesienią, po okresie optymalnego rozwoju *Stigeoclonium*, nie dopuszczając do opamowywania porośli przez *Fusarium*.

Gatunki glonów występujące obficie na powierzchni złoża osiedla Kliny należą do organizmów saprobiontycznych i saprofilnych. Tylko niektóre z nich spotykano w większości lub we wszystkich zbadanych złożach podobnego typu /*Stigeoclonium tenue*, *Chlorella vulgaris*, *Navicula atomus*, *Nitzschia palea*/. Wykazano, że do gatunków saprofilnych należy zaliczyć również rzadko rozpoznawaną zielenicę *Hypnomonas chlorococcoides*; potwierdzono saprofilny charakter okrzemki *Navicula accomoda*, w Polsce po raz pierwszy tutaj znalezionej.

Na określenie porośli /peryfitonu/ pokrywających powierzchnię kamieni złoża zraszane używa się w technice sanitarnej niezbyt logicznego określenia "błona biologiczna" /m.i. Kowal 1958, Januszko 1965, Stanisławska 1971, Starmach, Wróbel, Pasternak 1978, Pudo 1978/ lub "błonka biologiczna" /Luchterowa, Perkowaska, Czapikówna 1960/. Jest to niezbyt dokładne tłumaczenie z angielskiego: Tomlinson, jeden z głów-

nych angielskich badaczy złoź zraszanych, używał określenia "biological film" /m.i. Tomlinson ii. 1949/, później Cooke /1959, 1967/ użył "microbiological film", a Hawkes /1963/ tylko "film". Według Stanisławskiego /1979/ w pierwszym znaczeniu "film" znaczy "powłoka, emulsja, warstwa", a dopiero w drugim "błona, błonka" /np. błona fotograficzna/. W literaturze niemieckiej używano "Belag" /Marsson 1904/ czyli "powłoka", "organische Filz" /Kolkwitz 1910/ czyli "pilśń organiczna", i w żargonie inżynieryjnym "biologische Rasen" /Liebmann 1949, Uhlmann 1982/ czyli "biologiczne murawy /łąki/". Termin "błony biologiczne" jest terminem cytologicznym /Harrison, Lunt 1980/; zalicza się do nich np. błony komórkowe, błonę jądrową itp. Poprawniej zatem byłoby używać, obok porośli czy peryfitonu, określenia "powłoka" np. powłoka glonów, powłoka bakteryjno-grzybowa, powłoka organizmów, albo ewentualnie "pilśń organiczna".

W czasie pracy nasunął się ogólny wniosek, że bardzo wskazane jest rozpowszechnianie budowy małych oczyszczalni ścieków komunalnych, takich jak oczyszczalnia osiedla Kliny. Umieszczone na skrawku silnie zadrzewionego terenu zabierają niewiele miejsca, nie są skomplikowane w budowie, nie wymagają dużej obsługi, a działają skutecznie. Powinny być budowane zarówno w osiedlach miejskich jak i w każdej wsi i w osiedlach domków rekreacyjnych. Poprawiłoby to z pewnością stan sanitarny wszystkich naszych naturalnych zbiorników wodnych.

L I T E R A T U R A

- Andreeva W.M. 1975. Rod Chlorella. Leningrad Izd. Nauka: 3-83.
- Arendt K. 1982. Soziologisch-ökologische Charakteristik der Pflanzengesellschaften von Fließgewässern des Uecker und Havel systems. Limnologica, 14,1: 115-152
- Asaul. Z.I. 1975. Viznačnik evglenovych vodorostej Ukrainskoj RSR. Kiiv, Izd. Naukova Dumka: 1-407.
- Barker A.N. 1946. The ecology and function of protozoa in sewage purification. Ann. Appl. Biol., 33: 314-325.
- Batko A. 1975. Zarys hydromikologii. Warszawa, PWN: 3-477.
- Bethge H. 1940. Das neue Versuchsfeld der Landesanstalt bei dem Berliner Grossklärwerk in Stahnsdorf. Beiträge zur Biologie der Tropfkörper. Kleine Mitt. Mitgl. Vereins Wasser -, Boden Luftg. 16, 7/9: 304-308.
- Biernacka I. 1963. Die Protozoenfauna in Danziger Bucht 2. Charakteristik der Protozoen in Untersuchten Biotopen der Seeküste. Pol. Arch. Hydrobiol., 11,24: 17-77.
- Bowditch J.S., McLean R.O. 1982. Nutrient in the organic pollution tolerant alga Stigeoclonium tenue. Abstract of papers read at the winter meeting at Queen Elizabeth College, London /5-7 January 1982/, Brit. Phycol. J., 17: 229-241.
- Buchanan R.E., Gibbons N.E. /editors/. 1974. Bergey s manual of determinative bacteriology. Baltimore, Williams and Wilkins company: 1-1268.
- Bucka H. 1958. Występowanie gatunków Euglena w stawkach po-

regulacyjnych nad Wisłą koło Krakowa. *Fragm. Florist. Geobot.*, 3,2: 161-180.

Bucka H. 1966. Zbiorowiska planktonowe w stawach rybnych zespołu Ochaby - Plankton communities in the Ochaby complex of Experimental Fishery farms. *Acta Hydrobiol.* 8, Suppl. 1: 13-46.

Burchardt L. 1977. Zmiany w składzie fitoplanktonu jeziora Pątuowskiego odbiornika wód podgrzanych i ścieków z cukrowni /1972/73/. Poznań, Uniw. A. Mickiewicza, Ser. Biol. 8: 1-117.

Burchardt L., Dąbska I., Hładka M., Niedzielska E., Pańczakowa J. 1981. Hydrobiologiczne badania jezior Wielkopolskiego Parku narodowego, Cz. III. Jeziora Rynny Rosnowsko-Jarosławieckiej. - Hydrobiological investigation of lake in Greatpoland national park. Part. III. Lakes of Rosnowsko-Jarosławiecka Channel. *Prace Komis. Biol. Poznań. Tow. Przyj. Nauk., wydz. Mat.-Przyr.*, 60: 45-76.

Butterfield C.T., Wattle E. 1941. Studies of sewage purification; XV Effective bacteria in purification by trickling filters. *Sewage Works J.*, 13: 639-658.

Cargill J.D. 1975. A history of sewage works machinery. *Water Poll. Control*, 5: 430-454.

Onuuyoa H. 1974. wpływ usuwania hypolimnionu na fitoplankton Jeziora kortowskiego - effect of removing of hypolimnion on phytoplankton in the lake kortowskie. *Zesz. Nauk. Akad. Roln. - Techn. w Olsztynie. Ochr. Wód i Ryb. Śródląd.*, 2: 3-52.

Cooke W.B. 1954. Fungi in polluted water and sewage. *Sewage*

- Industr. Wastes 26: 539-549.
- Cooke W.B. 1957. Use and value of fungi as biological indicators of pollution. Trans. Seminar Biological Problems in Water Pollution 1956. /Reprint/, Cincinnati; 84-93
- Cooke W.B. 1959. Trickling filter ecology. Bull. Ecol. Soc. Amer., 40: 273-291.
- Cooke W.B. 1967. Trickling filter ecology. Reprint w: Biology of water pollution. A collection of selected papers on stream pollution, waste water, and water treatment. U.S. Department of the interior Federal Water Pollution Central Administration: 269-287.
- Cooke B., Moore W.A., Kabler P.W. 1956. B.O.D. Satisfaction by fungi. Sewage Industr. Wastes 28: 1075-1086.
- Curds C.R., Cockburn A. 1970. Protozoa in biological sewage treatment processes I. A survey of the protozoan fauna of British percolating filters and activated sludge plants. Water Research, 4, 3: 225-236.
- Curtis E.J.C. 1969. Sewage fungus. Its nature and effects. Water Research, 3, /5/: 289-311.
- Curtis E.J.C., Delves-Broughton J., and Hanington D.W. 1971. Sewage fungus: Studies of Sphaerotilus slimes using laboratory recirculating channels. Water Research, 5, 5: 267-279.
- Czapik A. 1958. Fauna oczyszczalni ścieków w Gliwicach i Maciejowie. Gaz. Woda i Techn. Sanit., 2: 52-56.
- Dam H. Van. 1974. Enige diatomeesoorten, nieuw voor de Nederlandse flora. Gorteria, 7,4: 52-57.
- Elenkin A. A. 1949. Sinozelenye vodorosli SSSR. Wyp. 2. Mosk-

- va. Akademia Nauk: 989-1860.
- Ettl H., 1968. Eine Beitrag zur Konntnis der Algenflora. Tirols. Ber. Naturwiss-Med. Vereins Innsbruck, 56: 177-354.
- Fair G.M. 1934. The trickling filter flay /*P. alternata*/ its habits and control. Sew. Works J., 6: 327-400.
- Fjerdingstad E. 1955. Biological-limnological investigations. W: Treatment of domestic sewage in lagoons. By Malchow-Møller, Bonde G.J., Fjerdingstad E. Part III, Schweiz. Z. Hydrol. 17: 115-121.
- Fjerdingstad E. 1964. Pollution of streams estimated by benthic phytomicro-organisms. I. A sprobic system based on communities of organisms and ecological factors. Int. Rev. Gesamten. Hydrobiol. 49, 1: 63-131.
- Fjerdingstad E. 1965. Taxonomy and saprobic valency of benthic phytomicro-organisms. Int. Rev. Gesamten. Hydrobiol. 50,4: 475-604.
- Foged N. 1959. Diatoms from Afghanistan. Biol. Skr., 11, 1: 1-95.
- Foged N. 1963. The Diatom Flora in some Lakes in Djursland. Natura Jutlandicka, 10: 3-90.
- Fott B., Nováková M. 1969. A monograph of the genus *Chlorella*. The fresh water species. W: Studies in phycology. Academia Praha: 10-74.
- Francke J. A. 1982. Morphological plasticity and ecological range in three *Stigeoclonium* species /Chlorophyceae, Chaetophorales/ Brit. Phycol. J. 17, 2: 117-133.
- Francke J.A., Rhebergen L.J. 1982. Euryhaline ecotypes in some species of *Stigeoclonium* Kütz. Brit. Phycol. J. 17, 2:

135-145.

- Frye W.W., Becker E.R. 1929. The fauna of an experimental trickling filter. *Sewage Works J.*, 1, 3: 286-308.
- Geitler L., 1932. Cyanophyceae. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 14: 1-1196.
- Gojdic M. 1953. The genus *Euglena*. Madison, University of Wisconsin Press: 1-268.
- Gołowin S. 1968. Charakterystyka biosestonu rzeki Odry we Wrocławiu - Characteristics of Odra river bioseston in Wrocław. *Prace Inst. Gosp. Wodnej.* 5, 2: 97-110.
- Harison R., Lunt G.G. 1980. Błony biologiczne. Struktura i funkcje. Warszawa, PWN: 7-294.
- Hawkes H.A. 1955. The effect of periodicity of dosing on the amount of film and numbers of insects and worms in the alternating double filters at Minworth, Birmingham. *J. Inst. Sew. Purific.* 1: 48-50.
- Hawkes H.A. 1963. The ecology of waste water treatment. Oxford - London - New York - Paris, Pergamon Press: 1-203.
- Hawkes H.A., Shephard M.R.N. 1972. The effect of dosing - frequency on the seasonal fluctuation and vertical distribution of solids and grazing fauna in sewage percolating filters. *Water Research.*, 6, : 721-730.
- Hänel K. 1971. Systematik und Ökologie der farblosen Flagellaten des Abwassers. Diss. Fak. Bau-Wasser, Forstwesen. Techn. Univ. Dresden.
- Hojda K. 1980. *Hypnomonas chlorococcoides* Korschikov a species of Chlorophyta /Tetrasporales/ new to Poland - Hyp-

- Chlorella chlorococcoides* Korschikov nowy gatunek Zielonicy /Chlorophyta, Tetrasporales/ dla Polski. *Frögm. Florist. Geobot.* 1: 115-119.
- Hotchkiss M. 1924. Studies on the biology of sewage disposal. A survey of the bacteriological flora of a sewage treatment plant. *J. Bacteriol.* 9: 437-454.
- Huber-Pestalozzi G. 1955. Das Phytoplankton des Süßwassers, 4 Teil. Euglenophyceen. Die Binnengewässer, 16. Stuttgart E. Schweizerbar sche Verlagsbuch-handlung: 1-606.
- Hustedt F. 1950. Die Diatomeenflora norddeutscher Seen mit besonderer Berücksichtigung des holsteinischen Seengebiets. V-VIII. Seen in Mecklenburg, Lauenburg und Nordostdeutschland. *Arch. Hydrobiol.* 43: 329-458.
- Hustedt F. 1955. Marine Littoral diatoms of Beaufort, North Carolina. *Duke Univ. Mar. Sta. Bull.* 6: 1-67.
- Hustedt F. 1962. Die Kieselalgen Deutschland, Österreichs und der Schweiz. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Leipzig. Akademische Verlagsges., Bd 7, Teil 3, Lief. 2: 161-348.
- Imhoff K. 1970. Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków. /Poradnik/ Warszawa, Arkady: 9-296
- Islam A.K.M.N. 1963. A revision of the genus *Stigeoclonium*. *Nová Hedwigia*, Beihefte 10: 3-164.
- Januszko M. 1965. Analiza biologiczna złoża płytowego wysoko-obciążonego w oczyszczalni ścieków mleczarskich w Szafarach. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 13, 1: 49-61.
- Jørgensen E.G. 1952. Notes on the ecology of the diaton *Navicula eocomoda* Hustedt. *Bot. Tidsskr.*, 49, 2: 189-191.

- Klebs G. 1883. Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Leipzig, Wilhelm Engelmann: 1-128.
- Klimowicz H. 1979. Ocena przydatności dla wodociągów, wód zaporowego zbiornika Zegrzyńskiego na rzekach Bugu i Narwi na podstawie badań planktonu. Acta Hydrobiol. 21, 1: 37-52.
- Klimowicz H. 1981. The plancton of the River Vistula in the region of Warsaw in the years 1977-1979. Acta Hydrobiol. 23, 1: 47-67.
- Kocwa E. 1977. Biologia w ochronie zdrowia i środowiska. Warszawa, FWN: 11-402.
- Kolkwitz R. 1910. Zur Biologie der Wilmersdorfer Kläranlage bei Stahnsdorf. Mitt. Kgl. Prüfungsanstalt. Für Wasser u. Abw., 13: 48-78.
- Kolkwitz R. 1950. Ökologie der Saprobien. Über die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt. Schriftenreihe Ver. Wasser, Boden u. Luftthygiene., 4: 1-61.
- Kondratieva N.W. 1968. Vyznačnik Priesnovodnych vodorostej Ukrainskoj RSR. Sino-zeleni vodorosti - Cyanophyta Cz. 2. Izd. Naukova Dumka, Kiiv: 3-520.
- Korschikov A.A. 1926. On some new organisms from the groups Volvocales and Protococcales, and on the genetic relations of these groups. Archiv. Protistenkunde, 55: 439-503.
- Korschikov A.A. 1953. Viznačnik presnovodnich vodoroslej Ukrainskoj RSR. 5. Kiiv, Akad. Nauk Ukr. RSR: 3-437.
- Kotlińska E. 1976. Fitoplankton jeziora Rusałka - Phytoplankton of the lake Rusałka. Prace Kom. Biol. PTPN., 52: 3-54.

- Kowal L. 1958. Etapy rozwojowe złoź biologicznych. Gaz, Woda i Techn. Sanit., 32, 8: 315-322.
- Krzeczkowska-Wołoszyn Ł. 1966. Plankton nowych stawów przesiedkowych gospodarstwa Gołysz. Acta Hydrobiol. 8, Supl. 1: 47-109.
- Krzeczkowska-Wołoszyn 1977. Wpływ ścieków cukrowniczych na fitoplankton stawów - Influence of beet suger factory wastes on phytoplankton of ponds. Acta Hydrobiol., 19 /3/: 351-372.
- Kyselowa K. 1977. Glony denne w stawie po akumulacji ścieków cukrowniczych. Acta Hydrobiol., 19,3: 215-231.
- Liebmann H. 1960. Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie. B.2. Jena Ver. Gustaw Fischer: 553-601.
- Liebmann H. 1949. Zur Biologie des Tropfkörpers. Jahrbuch vom Wasser, 17: 62-82.
- Lowe R.L. 1974. Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio 45268. 2-333.
- Luchterowa A., Perkowska E., Czapikówna A. 1960. Z badań nad mikroorganizmami złoźa zraszanego. Gaz, Woda i Techn. Sanit: 342-343.
- Łuczak J., Małaszewska J., Rybak M. 1978. Wpływ szpitalnych ścieków odkażających na biocenozę złoźa zraszanego. Roczniki Państw. Zakł. Higieny, 3: 319.
- Malchow - Moeller O., Bonde E.J., Fjordingstad E. 1955. Treatment of domestic sewage in lagoons. Schweiz. Z. Hydrol. 17: 98-122.
- Mańkowski W., Rumeł A. 1975. Sukcesja obrastania przedmiotów

przez rośliny i zwierzęta w cyklach rocznych - The succession of fouling of submerged objects by flora and fauna in an annual cycle. *Biologia Morza*, 2: 15-44.

Marczak E., Zieliński J. 1957. Badania nad biologicznym oczyszczaniem ścieków z produkcji celulozy siarozanej. *Gaz, Woda i Techn. Sanit.*, 6: 208-214.

Marsson M. 1904. Die Abwasser-Flora und Fauna einiger Kläranlagen bei Berlin und ihre Bedeutung für die Reinigung städtischer Abwässer. *Mitt. Kgl. Prüfungsanstalt für Wasser. u. Abw.*: 4: 125-166.

Matvienko A.M. 1950. Počvennye vodorosli zapovednika "Les na Vorskle" *Učèn. Zap. Leningradsk. Gosud. Univ., Ser. Biol.* 134, 25: 151-188.

McLean R.O. 1974. The tolerance of *Stigeoclonium tenue* Kütz. to heavy metals in South Wales. *Brit. Phycol. J.*, 9: 91-95.

McLean R.O., Benson-Evans K. 1974. The distribution of *Stigeoclonium tenue* Kütz. in South Wales in relation to its use as an indicator of organic pollution. *Brit. Phycol. J.*, 9: 83-89.

Messikommer E. 1951. Grundlagen zu einer Algenflora des Kantons Glarus. *Mitt. Naturf. Ges. Kantons Glarus*, 8: 1-122.

Németh J. 1980. Az Ostoros algák /Euglenophyta/ kishatározója 1. Budapest VIZDOK: 3-283.

Olejniczak K., Szeląg E. 1979. Fitoplankton zbiorników wodnych na terenie przyszłego zalewu Kotowskiego i Junikowskiego. *Phytoplankton of water reservoirs on the terrain of the future Kotowski and Junikowski bay. Prace Komis.*

Mat.-Przyr., Ser. B, Nauki Biol., 53: 35-81.

Oleksowicz A. S. 1978. Glony Epifitonowe pięciu jezior dystroficznych położonych na terenie Borów Tucholskich - Epiphitic algae of five dystrophic lakes in Bory Tucholskie. Forest. North Poland. Acta Univ. N. Copernici, Biol. 22, 45: 3-66.

Painter H.A. 1954. Factors affecting the growth of some fungi associated with sewage purification. J. Gen. Microbiol. 10: 177-190.

Patrick R., Reimer Ch.W. 1966. The diatoms of the United States. Monographs of the academy of Nat. Sciences of Philadelphia, 13: 3-688

Pawlaczyk-Szpilowa M. 1978. Mikrobiologia wody i ścieków. Warszawa, PWN: 7-220.

Pliński M. 1970. Glony źródeł i stawów w Rogoźnie pod Domaniewiczami w pow. łowickim Ziemi Łódzkiej. Zesz. Nauk. Uniw. Łódzk. Nauki Mat.-Przyr., Ser. II, 36: 75-88.

Pliński M. 1970 a. Skład jakościowy i ilościowy glonów rzeki Sokołówki /okolice Łodzi/ w cyklu rocznym. Zesz. Nauk. Uniw. Łódzk. Nauki Mat.-Przyr., Ser. II, 36: 63-74.

Pliński M. 1973. Glony solnisk podłęczyckich. Monogr. Bot., 39: 3-88.

Popova T.G. 1955. Evglenovye vodorosli Opredelitel presnovodnykh Vodorosli SSSR, 7. Moskva, Sovetskaja Nauka; 7-282

Printz H. 1964. Die Chaetophorales der Binnengewässer. Den Haag, Verlag. Dr W. Junk: 1-376.

Pudo J. 1977. Peryfiton rzeki Wisły w rejonie wpływu ciepłych

wód zrzutowych z elektrowni w Skawinie. Periphyton of the River Vistula in the region of heated water discharged from the power plant at Skawina Acta Hydrobiol., 19, 2: 123-143.

Pudo J. 1978. Badania biologiczne złoża w oczyszczalni ścieków na zamku w Pieskowej Skale. Gaz, Woda i Techn. Sanit., 6: 175-176.

Rakowska B. 1976. Glony rzeki Bzury pod Wyszogrodem - The algae of Bzura river at Wyszogród. Zesz. Nauk. Univ. Łódzk. Nauki Mat.-Przyr., Ser. 2, 8: 109-118.

Ringer Z. 1978. Fitoplankton południowego Bałtyku. Produktynność ekosystemu Morza Bałtyckiego. Komitet Badań Morza. PAN Wrocław, Warszawa, Kraków, Ossolineum. s. 78-91.

Roberts S.J. 1946. Midland Branch. Experiments at Leicester on the filtration of sedimented sewage diluted with bacteria bed effluent. The Institute of Sewage Purification. J. and Proceedings, 2: 76-91.

Różycka T. 1980. Dynamika rozwoju fitoorganizmów w silnie zanieczyszczonym zbiorniku retencyjnym Dzierżno Duże - Dynamics of the build up of phytoorganisms in the strongly polluted dam reservoir at Dzierżno Duże. Archiv. Ochr. Środ., 3-4: 95-100.

Schoemann F.R., Archibald R.E.M. 1976. The diatom flora of Southern Africa. CSIR Special Report, WAT 50. National Institute for Water Research Council for Scientific and Industrial Research. Pretoria, South Africa.

Schumann J. 1867. Die Diatomeen der Hohen Tatra. Verhandlungen Kaiserlich-königliche zoologisch-botanische Gesells-

- chaft in Wien. 17: 1-102.
- Siemińska J. 1964. Chrysophyta II. Bacillariophyceae -
Okrzemki. Flora Słodkowodna Polski, 6. Warszawa PWN:
5-607.
- Skalna E., Tarnowska B., Żurek L. 1973. przyczynek do zna-
jomości glonów okolic Gołysza - A contribution to the
knowledge of the Algae found in the environs of Gołysz.
Fragm. Florist. Geobot. 19: 357-367.
- Skalska T. 1975. Zbiorowisko glonów w silnie zasolonym i za-
nieczyszczonym potoku Kochłówka /Górny Śląsk/. Arch.
Ochr. Środ. 1: 147-176.
- Skalska T. 1979. Zbiorowiska glonów w nowo powstałym zbiorni-
ku Pławnowice Duże /GOP/ Acta Biol., Prace Nauk. Uniw.
Śląsk. 278: 98-122.
- Skuja H. 1948. Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in
Uppland. Schweden. Symb. Bot. Upsal. 9, 3: 1-399.
- Śramek Hušek R. 1956. Zur biologischen Charakteristik der
Hoheren Saprobilitätsstufen. Arch. f. Hydrobiol., 51, 3:
376-390.
- Stanisławska J. 1963. Orzęski jako wskaźniki przebiegu oczysz-
czania ścieków na złożach zraszanych. Cz. I Badania te-
renowe. Roczniki PZH, 4: 323-331.
- Stanisławska J. 1963 a. Orzęski jako wskaźniki przebiegu
oczyszczania ścieków na złożach zraszanych, Cz. II.
Badania eksperymentalne. Roczniki PZH, 6: 501-508.
- Stanisławska J. 1971. Ocena występowania organizmów wskaźni-
kowych przebiegu oczyszczania ścieków osadem czynnym i
na złożach zraszanych. /maszynopis/ Warszawa, Biblioteka

Projektów Gospodarki Wodnościekowej.

- Stanisławski J. 1979. Wielki słownik angielsko-polski. Warszawa, P.W. Wiedza Powszechna: s. 304.
- Starmach K. 1955. Metody badań planktonu. Warszawa PWRIL: 3-130.
- Starmach K. 1960. Biologia sanitarna. Kraków, PWN: 3-176.
- Starmach K. 1962. Glony żyjące na ścieżkach w nadrzecznych wierzbinach nad rzeką Mszanką i Rabą - Algae found growing in footpaths willow thickets near the Mszanka and Raba rivers /Polish Western Carpathians/ *Fragm. Florist. Geobot.* 8, 1: 81-88.
- Starmach K. 1963. Rośliny słodkowodne. *Flora Słodkowodna Polski*, 1. Warszawa PWN: 5-267.
- Starmach K. 1966. Cyanophyta-Sinice, Glaucophyta - Glaukofity. *Flora Słodkowodna Polski*, 2. Warszawa PWN: 5-802.
- Starmach K. 1966 a. Zimowa flora w strudze źródłiskowej na kamieńcu nad potokiem Mszanka - The winter flora of algae in a spring trickle on gravel banks near the stream Mszanka. *Acta Hydrobiol.*, 8, 3/4: 293-300.
- Starmach K. 1972. Chlorophyta III. Zielenice nitkowate, 3. *Flora Słodkowodna Polski*, 10. Warszawa-Kraków PWN: 5-743.
- Starmach K. 1973. Glony osiadłe w Wielkim Stawie w Dolinie Pięciu Stawów Polskich w Tatrach - Benthic algae of the Polish Lake in the Tatra Mountains. *Fragm. Florist. Geobot.*, 19: 481-511.
- Starmach K. 1975. Glony w wąwozie Szopczańskim w Pieninach. *Fragm. Florist. Geobot.*, 21 : 537-549.

- Starmach K., Wróbel S., Pasternak K., 1978. *Hydrobiologia*.
Warszawa, PWN: 11-608.
- Starmach K. 1983. *Euglenophyta-Eugleniny*. *Flora Ślōdkowodna
Polski*, 3, Warszawa-Kraków PWN: 5-563.
- Stawiński W. 1969. *Arten der Gatung Phacus, welche in vers-
chiedenen Biotopen der Umgebung von Bielsko Biaka Vorko-
men*. *Acta Hydrobiol.* 11, 1: 1-55.
- Stefko B. 1976. *Fitoplankton jeziora Maltańskiego*. *Prace Ko-
mis. Biol. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wydz. Mat.-Przyr.*,
52: 55-117.
- Ština E.A. 1959. *Vodorosli dernogo-podzolistych počv Kirovs-
koj oblasti*. *Trudy. Bot. Inst. Akad. Nauk SSSR, Sporov.*
Rast. Ser. 2, 12: 36-141.
- Tomlinson T.G., Inst M., Grindley J., Collett R., Muirden M.
J. 1949. *Control of flies breeding in percolating sewa-
ge filters*. *J. and Proc. the Inst. of Sewage Purifica-
tion*. 2: 127-139.
- Tomlinson T.G., 1941. *The purification of settled sewage in
percolating filters in series with periodic change in
the order in the filters*. *Biological investigation*.
1938-1940. *J. and Proc. Inst. Sewage Purification* 1:
39-58.
- Turoboyski J. 1973. *Powiązania chemizmu wód zanieczyszczonych
z występowaniem fizjologicznych grup mikroorganizmów na
przykładzie badań Wisły w rejonie Krakowa*. *Kosmos A*, 4:
393-395.
- Turoboyski 1979. *Hydrobiologia techniczna*. Warszawa PWN: 1-
444.

- Uhlmann D. 1982. Hydrobiologie. Jena, VEB Gustav Fischer Ver.: 5-301.
- Unz R.F., Farrah S.R. 1976. Observation on the Formation of waste water zoogloae. Water Research, 10: 665-671.
- Wasylik K. 1965. Communities of algae from the Soła river and its tributaries. Acta Hydrobiol. 7, Suppl. 1: 9-60.
- Wasylik K. 1965 a. Remnants of algae in bottom sediments of the lakes Wielki Staw and Morskie Oko in the Tatra Mountain. Limnol. Invest. in the Tatra Mts. and Dunajec river Basin. Komit. Zagosp. Ziem Górskich PAN, 11: 39-58.
- Wasylik K. 1971. Zbiorowisko glonów Czarnego Dunajca i niektórych jego dopływów - Algae communities in the Czarny Dunajec river /Southern Poland/ and in some of its effluents. Fragm. Florist. Geobot. 17, 2: 257-354.
- Weimann R. 1952. Abwassertypen in Nordrhein-Westfalen. Schweiz. Z. Hydrol. 14: 372-433.
- Williams N.V., Taylor H.M. 1968. The effect of Psychoda alternata /sayl/ /Diptera/ Lumbicilus rivalis /Levinsen/ on the efficiency of sewage treatment in percolating filters Water Research 1968. 2, 1: 139.
- Wołowski K., Siemińska J. 1980. Nietypowe środowisko występowania żaby trawnej. Wszechświat, 5: 127-128.
- Wołowski K. 1984. Navicula accomoda Hustedt /Bacillariophyceae/ - a new species in the Polish flora - Navicula accomoda Hustedt /Bacillariophyceae/ nowy gatunek dla flory Polski. Fragm. Florist. Geobot., 28, 4: 649-653
- Zelinka M., Marvan P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. Arch.

Hydrobiol. 57, 3: 389-407.

Zueller M. 1908. Zur Kenntnis der biologischen Wasserbeurteilung. Int. Rev. Gesamten. Hydrobiol. 1: 439-446.

T A B E L E

[The table content is extremely faint and illegible due to low contrast and scan quality. It appears to be a large data table with multiple columns and rows, possibly containing numerical or categorical data.]

Tabela I. Wyniki analiz chemicznych ścieków surowych /s/ i oczyszczonych /o/ w 1979 r.
/wykonane przez pracowników laboratorium chemicznego oczyszczalni ścieków w Płaszowie/.

D a t a		17.I.	19.II.	20.III.	11.IV.	30.V.	25.VI.	8.VII.	9.VIII.	6.IX.	2.X.	29.XI.	26.XII.
pH	s	7,8	6,8	7,2	7	6,8	7,0	7,1	6,9	7,6	7,0	6,9	7,0
	o	7,9	7,7	7,1	6,9	6,9	7,2	7,2	6,9	7,7	7,2	6,9	6,9
ChZT mg O ₂ /dm ³	s	110,0	180,0	115,7	172,0	121,5	125,0	293,0	307,2	298,5	320,0	180,0	140,0
	o	63,5	70,5	51,0	58,0	51,4	11,5	66,0	138,2	110,0	64,0	90,0	30,0
BZT mg O ₂ /dm ³	s	64,0	79,8	92,2	95,0	78,2	117,0	73,1	72,0	125,0	95,0	70,0	170,0
	o	37,0	31,8	32,2	35,0	28,2	21,0	15,1	39,7	75,0	10,0	22,5	45,0
Utlenialność mg O ₂ /dm ³	s	51,0	64,0	28,0	62,0	38,0	85,0	56,0	61,0	69,0		50,0	61,0
	o	25,0	31,0	8,0	27,0	23,0	15,0	13,0	26,0	31,0		27,0	15,0
Zawiesina mg/dm ³	s	112,0	115,0	78,5	132,0		19,0	41,0	200,8	140,0	115,0	20,0	84,0
	o	30,0	60,6	29,0	38,0		11,0	8,7	40,0	45,0	32,0	12,0	15,0
Tłuszcze mg/dm ³	s	30,0	-	-	-	-	29,4	30,0	28,0	33,0	31,0	78,0	21,0
	o	14,6	-	-	-	-	20,0	18,7	19,0	11,0	10,0	50,0	7,0
Detergenty mg/dm ³	s	1,7	2,1	2,8	33,5	-	6,0			0,9	1,5	0,9	5,5
	o	1,4	1,9	2,0	13,4	-	3,2			0,9	0,7	1,0	2,8
Chlorki mg Cl/dm ³	s	122,0	69,0	82,0	130,0	80,0	80,0	125,0	90,0	235,0	252,0	100,0	120,0
	o	120,0	63,0	80,0	121,0	79,0	90,0	120,0	85,0	210,0	272,0	70,0	50,0
Amoniak mg N _{NH₄} /dm ³	s				19,400		29,400	11,400	19,500	15,000	17,100	11,200	15,80
	o		25,200	13,400	7,700		9,200	7,700	14,700	7,100	11,000	7,400	11,700
Azotyny mg NO ₂ /dm ³	s		0,091	0,016	0,077	0,62				0,140	0,092	0,092	0,070
	o		0,137	0,240	0,050	0,34				0,700	0,700	0,070	0,010
Azotany mg NO ₃ /dm ³	s		2,780	0,920	1,124	1,8	1,220			1,000	1,000	1,000	0,770
	o		3,12	1,020	1,400	1,920	5,400			3,900	2,450	2,450	1,000
Siarczany mg SO ₄ /dm ³	s			58,0	52,0	16,0	66,8			42,0	138,0	110,0	114,0
	o			54,0	19,0	10,0	59,5			31,0	121,0	99,1	91,0
Fosforany mg PO ₄ /dm ³	s						3,6	3,6			3,8		3,8
	o						10,800	2,0			4,5		4,0

Tabela II. pH i temperatura ścieków wpływających na złoże w 1979 r.

D a t a	23.I.	17.II.	18.III.	22.IV.	9.V.	24.VI.	8.VII.	14.VIII.	2.IX.	6.X.	24.XI.	28.XII.
pH	6,7	6,7	6,9	6,9	6,9	6,8	6,9	7,0	7,0	6,6	6,7	6,7
Temperatura ścieków °C	4	3	5	12	8	22	12	16	22	13	10	6
Temperatura powietrza °C	1	-4,0	5,6	13,4	8,7	27,8	13,7	15,9	27,3	8,6	3,6	2,2

1	2	3	4	5	6	7	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	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	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	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

1	2	3	4	5	6	7	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	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	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	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Tabela III. Wyniki analiz chemicznych ścieków surowych /s/ i oczyszczonych /o/ w 1980 r.
/wykonane przez pracowników laboratorium chemicznego oczyszczalni ścieków w Płaszowie/.

D a t a		16.I.	6.II.	18.III.	17.IV.	27.V.	16.VI.	11.VII.	16.VIII.	4.IX.	13.X.	29.XI.	22.XII.
pH	s	7,1	7,1	7,0	7,0	7,2	6,8	7,1	7,0	7,0	7,1	6,9	6,9
	o	7,0	7,1	7,0	7,1	7,1	6,8	7,0	7,1	7,0	7,1	7,0	6,8
ChZT mg O ₂ /dm ³	s	215,0	145,0	322,0	215,7	205,0	234,0	211,0	195,0	115,0	106,0	492,0	68,0
	o	50,0	70,0	40,3	21,4	80,0	41,0	21,0	31,0	15,0	25,0	55,0	35,0
BZT ₅ mg O ₂ /dm ³	s	135,0	63,0	102,0	114,0	111,0	117,0	110,0	115,0	142,0	95,0	110,0	50,0
	o	31,0	37,0	45,0	17,0	45,0	21,0	50,0	30,0	23,0	10,0	22,0	13,0
Utlenialność mg O ₂ /dm ³	s	80,0	55,0	32,0	40,0	66,0	43,1	90,0	72,0	71,0	63,0	95,0	20,0
	o	31,0	29,0	21,0	13,0	24,0	13,7	37,0	19,0	11,0	18,0	31,0	13,0
Zawiesina mg/dm ³	s	135,0	48,0	72,0	115,0	82,0	183,0	81,0	94,0	131,0	72,0	72,5	139,0
	o	91,0	28,0	10,0	13,0	5,0	10,0	13,0	11,0	52,0	18,0	10,0	49,0
Tłuszcze mg/dm ³	s	125,0	23,0	20,0	82,0	17,1	25,0	100,0	0	0	17,0	-	-
	o	106,0	15,0	12,0	50,0	21,0	11,0	70,0	0	0	4,0	-	-
Detergenty mg/dm ³	s	1,0	3,9	1,5	1,5	2,2	-	1,5	-	0,6	2,0	3,3	1,1
	o	0,9	1,5	0,6	1,0	0,5	-	0,7	-	0,6	0,9	1,0	0,3
Chlorki mg Cl/dm ³	s	80,0	10,0	20,0	85,0	90,0	120,0	140,0	-	82,0	100,0	100,0	97,0
	o	70,0	30,0	10,0	70,0	85,0	70,0	60,0	-	74,0	100,0	90,0	90,0
Amoniak mg N _{NH₄} /dm ³	s	15,300	17,300	21,100	20,400	19,200	20,000	15,600	15,000	-	18,100	41,00	27,100
	o	11,100	15,100	15,000	15,400	11,100	10,500	12,320	11,000	-	15,000	29,00	19,700
Azotyny mg NO ₂ /dm ³	s	0,220	0,090	0,003	0,005	0,009	-	-	-	-	0,012	-	-
	o	0,030	0,080	0,001	0,005	0,024	-	-	-	-	0,018	-	-
Azotany mg NO ₃ /dm ³	s	0,100	0,650	0,090	0,040	0,170	-	-	-	-	0,240	-	-
	o	0,700	0,700	0,500	0,120	0,980	-	-	-	-	0,800	-	-
Siarczany mg SO ₄ /dm ³	s	107,0	60,0	71,0	-	51,0	-	-	-	-	-	164,5	-
	o	99,0	60,0	59,0	-	42,0	-	-	-	-	-	164,0	-
Fosforany mg PO ₄ /dm ³	s	3,0	4,1	3,4	1,0	0,9	0,7	3,2	-	-	8,5	2,8	2,0
	o	2,7	4,0	2,9	0,7	0,5	0,2	3,2	-	-	8,5	1,8	0,9

Tabela IV. pH i temperatura ścieków wpływających na powierzchnię złoza w 1980 r.

D a t a	22.I.	11.II.	9.III.	10.IV.	21.V.	20.VI.	26.VII.	20.VIII.	20.IX.	12.X.	15.XI.	16.XII.
pH	6,7	6,7	6,8	6,9	7,0	7,0	6,9	6,7	6,8	6,7	6,6	6,7
Temperatura ścieków °C	3	7	8	7	15	18	17	16	15	14	10	11
Temperatura powietrza °C	1,1	5,6	8,5	5,7	15,2	22,6	23,9	18,0	21,3	11,9	5,4	7,8

Tabela VI. Najczęstsze zwierzęta spotykane na powierzchni złoża

Data	1979											1980													
	23.I.	17.II.	18.III.	24.IV.	9.V.	24.VI.	8.VII.	14.VIII.	2.IX.	6.X.	24.XI.	28.XII.	22.I.	11.II.	9.III.	10.IV.	21.V.	20.VI.	26.VII.	20.VIII.	20.IX.	12.X.	15.XI.	16.XII.	
<i>Aspidisca costata</i> /Duj./ Clap. Ia.	+	1	+	+	1	2	2	2	1	1	+	+	1	1	-	+	1	2	2	1	1	1	+	+	
<i>Colpidium colpoda</i> /Ehrenb./ Stein	+	+	1	1	1	+	1	1	1	1	1	+	+	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1	+
<i>Vorticella microstoma</i> Ehrenb.	+	-	-	+	+	+	1	1	1	+	1	1	-	+	-	-	1	1	1	1	1	1	1	+	-
<i>Zoothomnium simplex</i> Kent	+	+	-	+	+	+	1	1	1	2	1	1	+	+	-	+	+	1	1	1	1	2	1	1	
<i>Paramecium caudatum</i> /Ehrnb./ Müll.	+	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	+	1	+	1	1	1	1	2	2	2	1	1	
<i>Paramecium aurelia</i> /Ehrenb./ Duj.	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	+	1	1	2	1	2	2	1	1	1	
<i>Chilodonella uncinata</i> Ehrb.	-	1	1	1	+	1	1	1	+	+	+	-	-	-	1	1	1	1	1	+	+	+	1	+	
<i>Bodo putrinus</i> /Stokes/ Lemm.	-	-	+	1	1	1	+	1	+	1	1	+	-	-	1	1	1	1	+	+	1	-	1	1	
<i>Bodo caudatus</i> Duj.	+	1	1	+	+	+	1	2	1	+	1	-	1	1	+	+	1	+	1	1	1	+	+	+	
<i>Amoeba limax</i> Duj.	-	-	+	+	+	1	1	1	+	+	+	-	-	-	+	+	+	1	1	1	+	+	+	-	
<i>Rotaria rotatoria</i> Pallas	+	+	+	+	+	1	1	1	1	+	+	+	+	+	-	+	+	1	1	+	+	1	1	+	
<i>Tubifex tubifex</i> Müll.	+	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	-	
Larwy muchówek	+																								
Chironomidae	+	+	1	1	2	2	3	4	4	3	3	1	+	+	+	1	1	3	4	4	4	2	1	1	
Psychodidae	+	+	+	+	2	2	3	5	4	4	3	1	+	+	+	2	2	4	5	4	4	2	1	+	
<i>Rana temporaria</i> L.	1	1	+	-	-	-	4	4	4	1	1	1	1	1	+	-	-	+	-	-	+	1	1	1	

Tabela VII. Przebieg zasiedlania kamieni na złożu zraszanym przez poszczególne gatunki

Dni ekspozycji	4	8	12	17	20	25	29	33	37	41	46	50	54
Data badania próby	20. III	24. III	28. III	2. IV.	5. IV.	10. IV.	14. IV.	18. IV.	22. IV.	26. IV.	5. V.	9. V.	13. V.
<i>Zoogloea ramigera</i>	1	1	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	3
Bakterie non det.	1	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2
<i>Microcystis incerta</i>	-	+	+	1	1	+	1	2	2	1	2	2	1
<i>Gloeocapsa crepidinum</i>	-	+	+	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2
<i>Oscillatoria terebriformis</i>	-	+	+	+	+	+	1	1	1	1	2	2	1
<i>Navicula accomoda</i>	-	+	+	1	1	1	2	2	2	2	3	2	2
<i>Nitzschia palea</i>	-	+	+	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
<i>Chlorella vulgaris</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1
<i>Stigeoclonium tenue</i>	-	-	+	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2
<i>Hypnomonas chlorococcoides</i>	-	-	+	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2
<i>Beggiatoa alba</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	1	+	1	1
<i>Sphaerotilus natans</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	1	1	2
<i>G. parvulum</i> var. <i>subelipticum</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>G. parvulum</i> var. <i>micropus</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula atomus</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	1	1
<i>Navicula</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lyngbya aeruginosa-coerulea</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+
<i>Gomphonema angustatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Microthamnion kützingerianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	1	2

Tabela VIII. Organizmy występujące w zbiorniczku okalającym rurę doprowadzającą ścieki do ramion zraszacza

R o k	1 9 7 9												1 9 8 0												1 9 8 1					
D a t a	23.I.	17.II.	18.III.	24.IV.	9.V.	24.VI.	8.VII.	14.VIII.	2.IX.	6.X.	24.XI.	28.XII.	22.I.	11.II.	9.III.	10.IV.	21.V.	20.VI.	26.VII.	20.VIII.	20.IX.	12.X.	15.XI.	16.XII.	22.I.	19.III.	18.VI.	17.IX.	19.XII.	
Zoogloea ramigera	-	-	1	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	1	+	+	+	+	1	1	1	+	+	1	+	-	+	-	+
Beggiatoa alba	-	+	-	+	+	1	1	1	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	2	1	1	2	2	1	+	+	1	1	+	
Sphaerotilus natans	+	+	-	+	1	1	1	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	1	1	1	+	-	1	-	+	+	+	+	-	
Microcystis incerta	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	
Gloeocapsa crepidinum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	+	1	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	
Oscillatoria terebriformis	-	-	+	+	-	-	1	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	
Euglena viridis	2	2	1	2	2	3	3	3	2	2	1	3	2	2	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E. pisciformis	+	+	1	2	3	2	1	1	+	+	+	1	+	2	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E. hemichromata	+	+	1	1	1	1	2	1	1	+	+	1	+	1	2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E. proxima	1	1	2	2	2	3	3	1	2	3	1	1	1	2	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E. intermedia	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Euglena sp.	+	+	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	-	+	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Phacus acuminatus	1	-	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ph. pleuronectes	1	1	-	1	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Navicula accomoda	1	+	2	1	2	2	1	-	1	+	+	1	+	-	+	+	1	-	-	+	+	1	1	1	+	1	1	+	+	
N. atomus	+	+	1	+	1	1	+	+	+	-	-	+	-	-	1	+	1	-	-	-	+	+	+	1	-	+	1	+	-	
Navicula sp.	+	+	-	-	1	1	-	-	-	+	1	1	-	-	+	+	1	+	1	+	+	+	+	+	+	+	1	-	+	
Gomphonema parvulum var. parvulum	+	+	+	+	1	1	1	-	-	-	2	1	-	-	1	+	+	+	2	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	
Nitzschia palea	1	1	+	+	+	1	1	+	1	+	-	2	-	+	+	+	-	-	+	-	-	1	1	1	+	1	-	1	1	
Chlorella vulgaris	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	
Stigeoclonium tenue /fragmenty/	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
Microthamnion kützingianum /fragmenty/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	
Fusarium aquaeductum /strzępki grzyb- ni/	-	-	-	-	-	-	1	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	1	+	+	+	1	+	-	-	-	

Tabela IX. Żywotność gatunków glonów i bakterii
w próbach przetrzymywanych poza złożem

Dni przetrzymywania	0	1	6	9	11	12	17	20	24	27	29	31	36
Data	10.IV	11.IV	16.IV	19.IV	21.IV	22.IV	27.IV	30.IV	4.V.	7.V	9.V	11.V	16.V
Phormidium sp.	●	●	●	○	⊕								
Gomphonema angustatum	●	●	●	○	○	○	⊕						
Navicula sp.	●	●	●	●	●	○	○	⊕					
Gloeocapsa crepidinum	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	⊕		
Chlorella vulgaris	●	●	●	●	●	●	●	○	○	⊕			
Stigeoclonium tenue	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	⊕	
Sphaerotilus natans	●	●	●	●	●	●	●	○	○	⊕			
Microcystis incerta	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	⊕		
Lyngbya aerugineo-coerulea	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	⊕	
Navicula atomus	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	⊕	
Microthamnion kützingianum	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	⊕
Hypnomonas chlorococcoides	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Nitzschia palea	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	⊕
Navicula accomoda	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○
Zoogloea ramigera	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○
Beggiatoa alba	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Oscillatoria terebriformis	●	●	●	○	○	●	●	●	●	○	○	⊕	⊕
Gomphonema parvulum	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Euglena intermedia	●	●	●	○	○	⊕							
Euglena hemichromata	●	●	●	○	○	⊕							
Euglena proxima	●	●	●	○	○	○	⊕						
Euglena pisciformis	●	●	●	○	○	○	○	○	⊕				
Euglena sp.	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Euglena viridis	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- Legenda:
- żywotność normalna
 - ◐ żywotność zmniejszona
 - żywotność słaba
 - ⊕ martwe komórki

z powierzchni kamieni

ze zbiorniczka

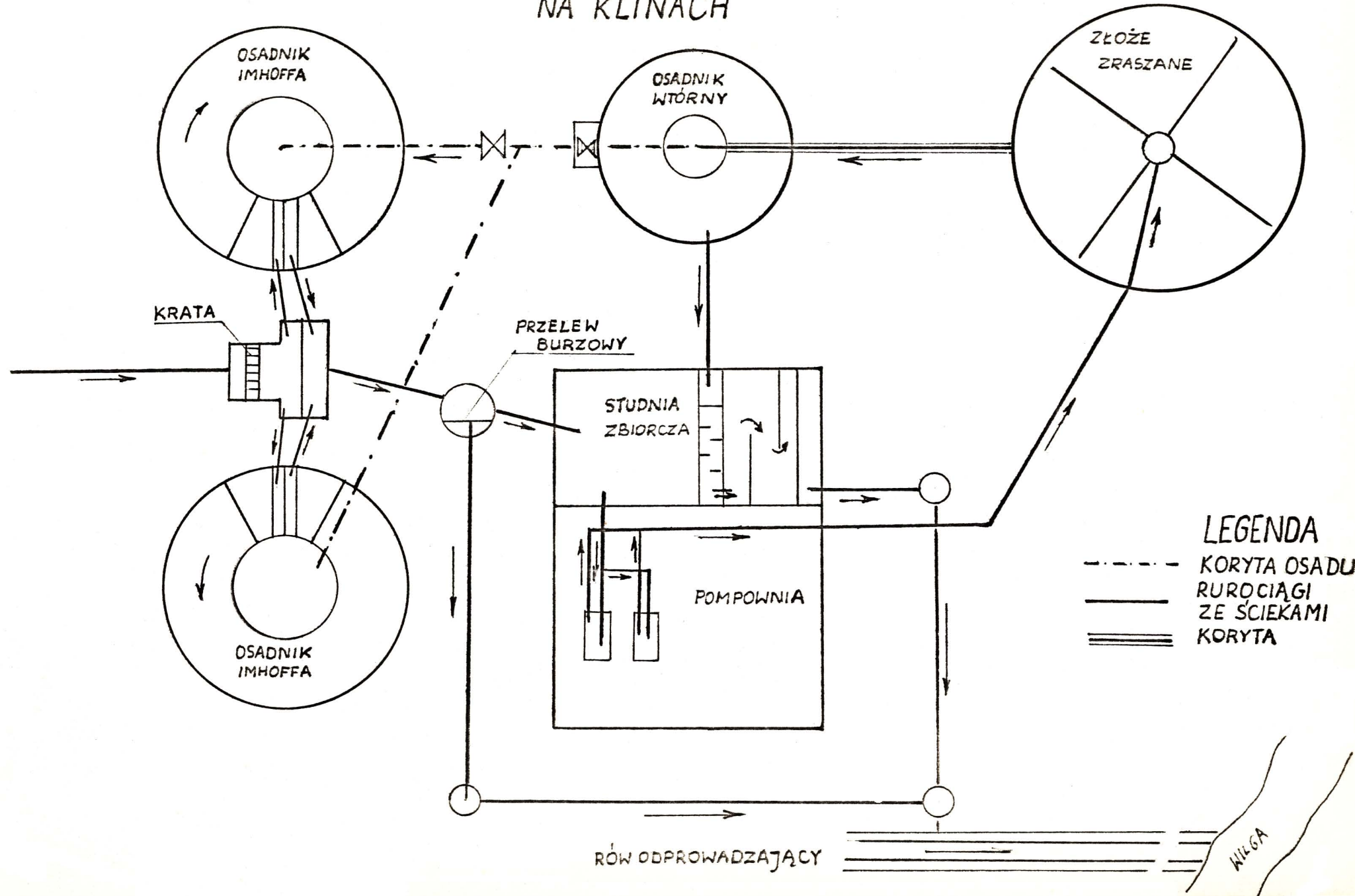
1	2
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1

Tabela X. Gatunki występujące w oczyszczalni na Klinach jako wskaźniki stopnia zanieczyszczenia wody /saproby/ według różnych autorów

	Kolkwitz /1950/	Šramek-Hušek /1956/	Zelinka, Marvan /1961/	Fjerdingstad /1964
Zoogloea ramigera	poli	-	poli- α -meso	kaprozoiczna
Sphaerotilus natans	poli- α -meso	poli- α -meso	poli- α -meso	α -meso
Beggiatoa alba	poli	-	poli- α -meso	β -poli
Microcystis incerta	oligo	-	-	-
Gloeocapsa crepidinum	-	-	-	-
Lyngbya aerugino-coeruleae f. aerugino-coeruleae	-	-	-	-
L. aerugino-coerulea f. maior	-	-	-	-
Oscillatoria terebriformis	-	-	-	β -poli
Euglena viridis	poli- α -meso	-	poli- α -meso- β -meso	α -poli- α -meso
E. pisciformis	β -meso	-	α -meso- β -meso	-
E. hemichromata	-	-	-	-
E. proxima	-	-	-	-
E. intermedia	β -meso	-	poli- α -meso- β -meso	-
Phacus acuminatus	-	-	-	-
P. pleuronectes	oligo	-	α -meso- β -meso	-
Navicula accomoda	-	-	poli- α -meso- β -meso	α -poli- γ -poli
N. atomus	β -meso	-	-	-
Navicula sp.	-	-	-	-
Gomphonema parvulum var. parvulum	β -meso	-	α -meso- β -meso α -oligo- β -oligo	α -meso
G. parvulum var. micropus	-	-	-	-
G. parvulum var. subellipticum	-	-	-	-
G. angustatum	oligo	-	α -meso- β -meso α -oligo- β -oligo	-
Nitzschia palea	α -meso	α -meso	poli- α -meso β -meso- α -oligo	poli- α -meso
Hypnomonas chlorococcoides	-	-	-	-
Stigeoclonium tenue	α -meso- β -meso	-	poli- α -meso- β -meso	α -meso
Microthamnion kützingianum	β -meso	-	-	-
Chlorella vulgaris	oligo	-	-	α -meso
Fusarium aquaeductum	α -meso	-	-	γ -poli
Aspidisca costata	β -meso	-	-	-
Colpidium colpoda	poli- α -meso	β -poli	poli- α -meso	-
Vorticella microstoma	poli- α -meso	β -poli	poli- α -meso	-
Zoothamnium simplex	-	-	-	-
Paramecium caudatum	poli- α -meso	β -poli	poli- α -meso	-
Paramecium aurelia	α -meso	-	-	-
Chilodonella uncinata	α -meso	-	-	-
Bodo putrinus	poli	-	-	-
Bodo caudatus	α -meso	-	-	-
Amoeba limax	poli- β -meso	-	-	-
Rotaria rotatoria	α -meso- β -meso	-	-	-
Tubifex tubifex	poli- α -meso	-	poli- α -meso	-
Chironomidae	α -meso- β -meso	β -poli- α -meso	poli- α -meso	-
Psychodidae	α -meso	-	-	-
Rana temporaria	-	-	-	-

R Y S U N K I

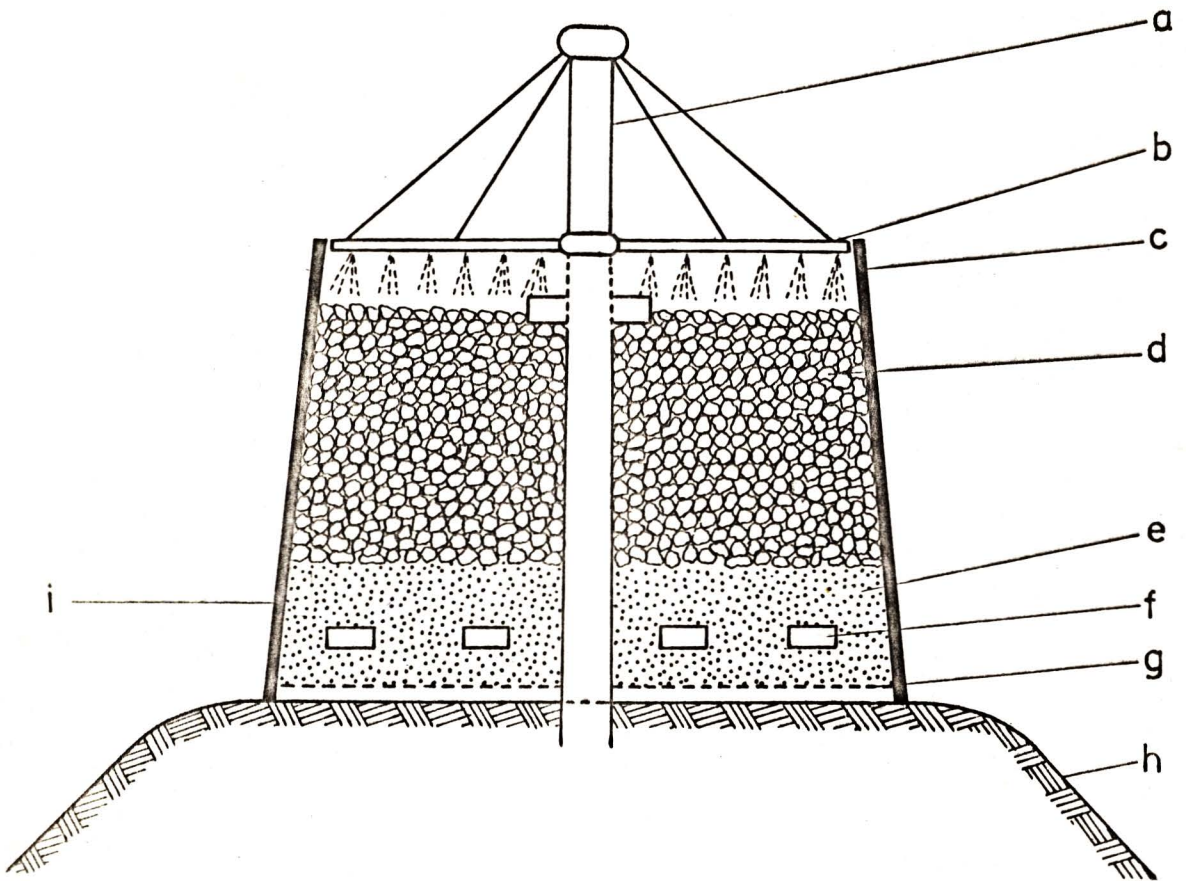
Rys.1a SCHEMAT TECHNOLOGICZNY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW
NA KLINACH



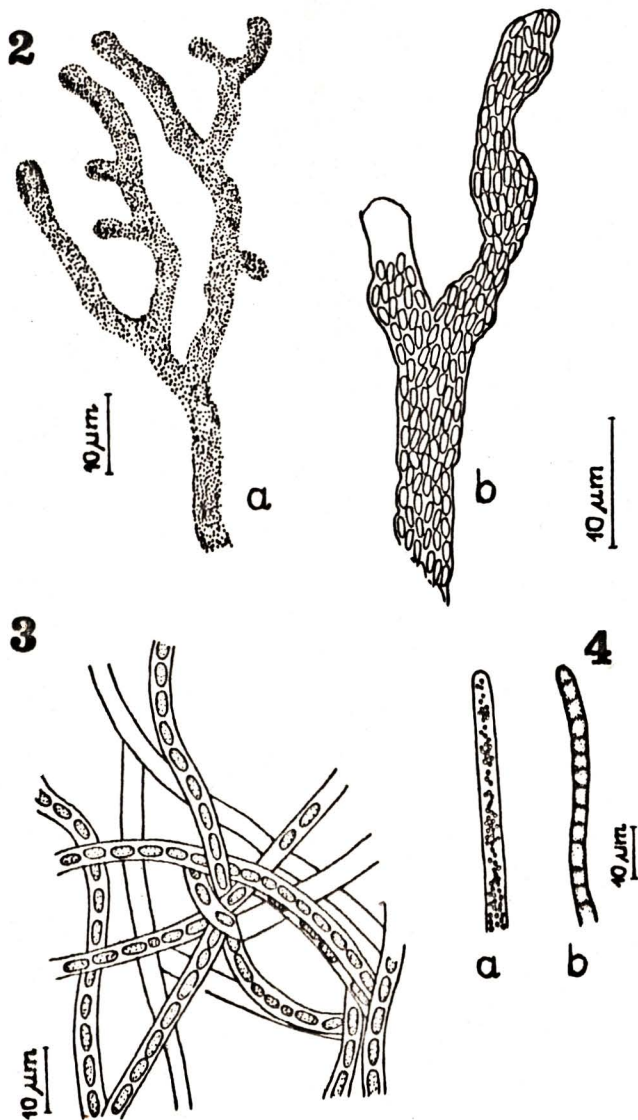
LEGENDA

- KORYTA OSADU
- RUROCIĄGI ZE ŚCIEKAMI
- ≡≡≡ KORYTA

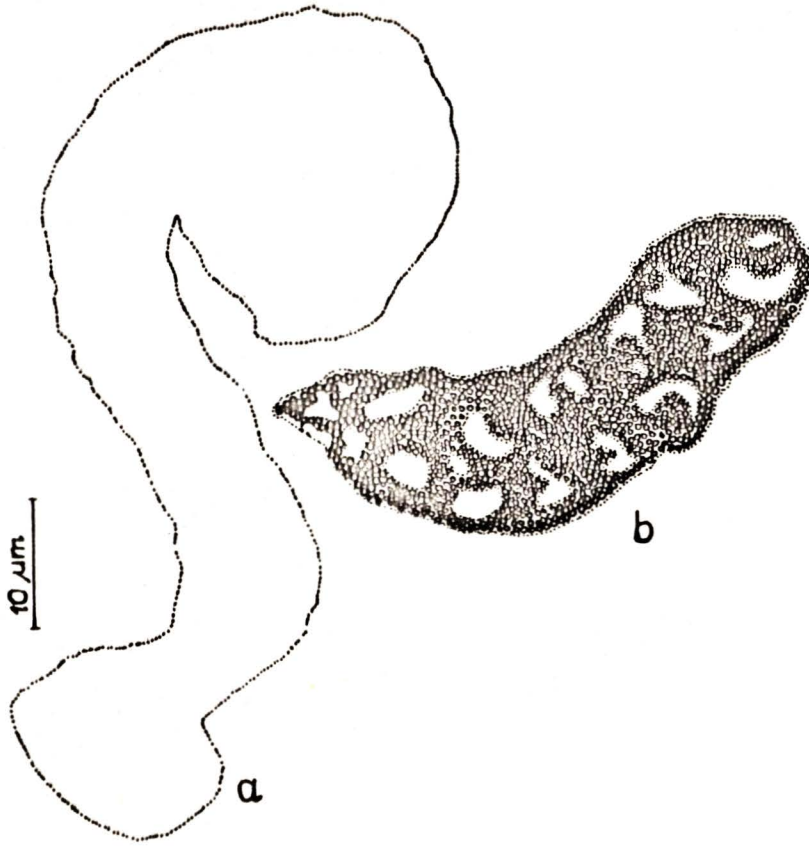
Ryc.1b Pionowy przekrój przez złożę zraszane



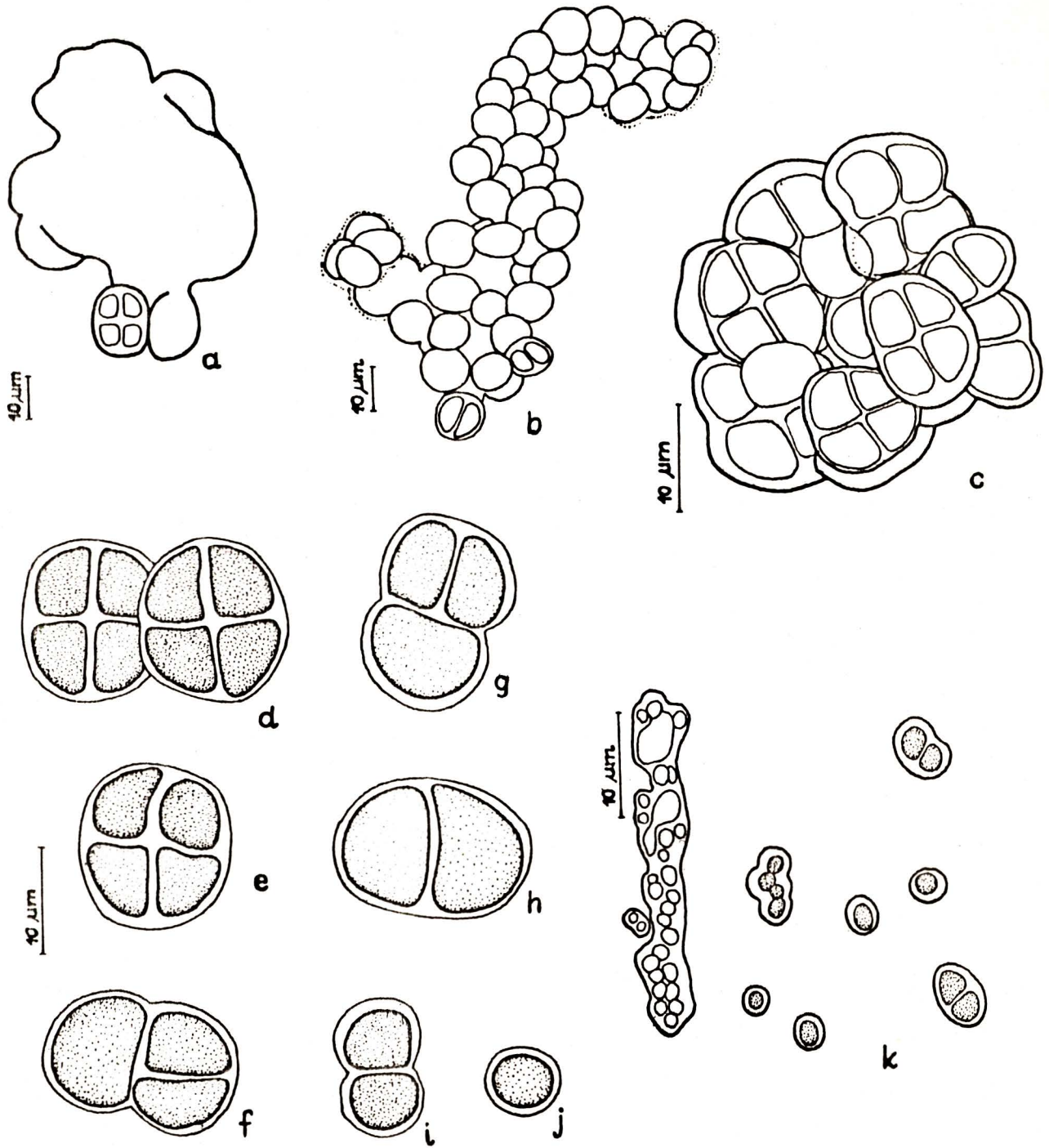
- a - rura doprowadzająca ścieki
- b - ramię zraszacza
- c - zbiornik betonowy okalający rurę doprowadzającą
- d - wypełnienie złoża - tłucz kamienny
- e - wypełnienie złoża - żużel
- f - wietrzniki
- g - rusztowanie
- h - ziemia
- i - betonowa obudowa złoża



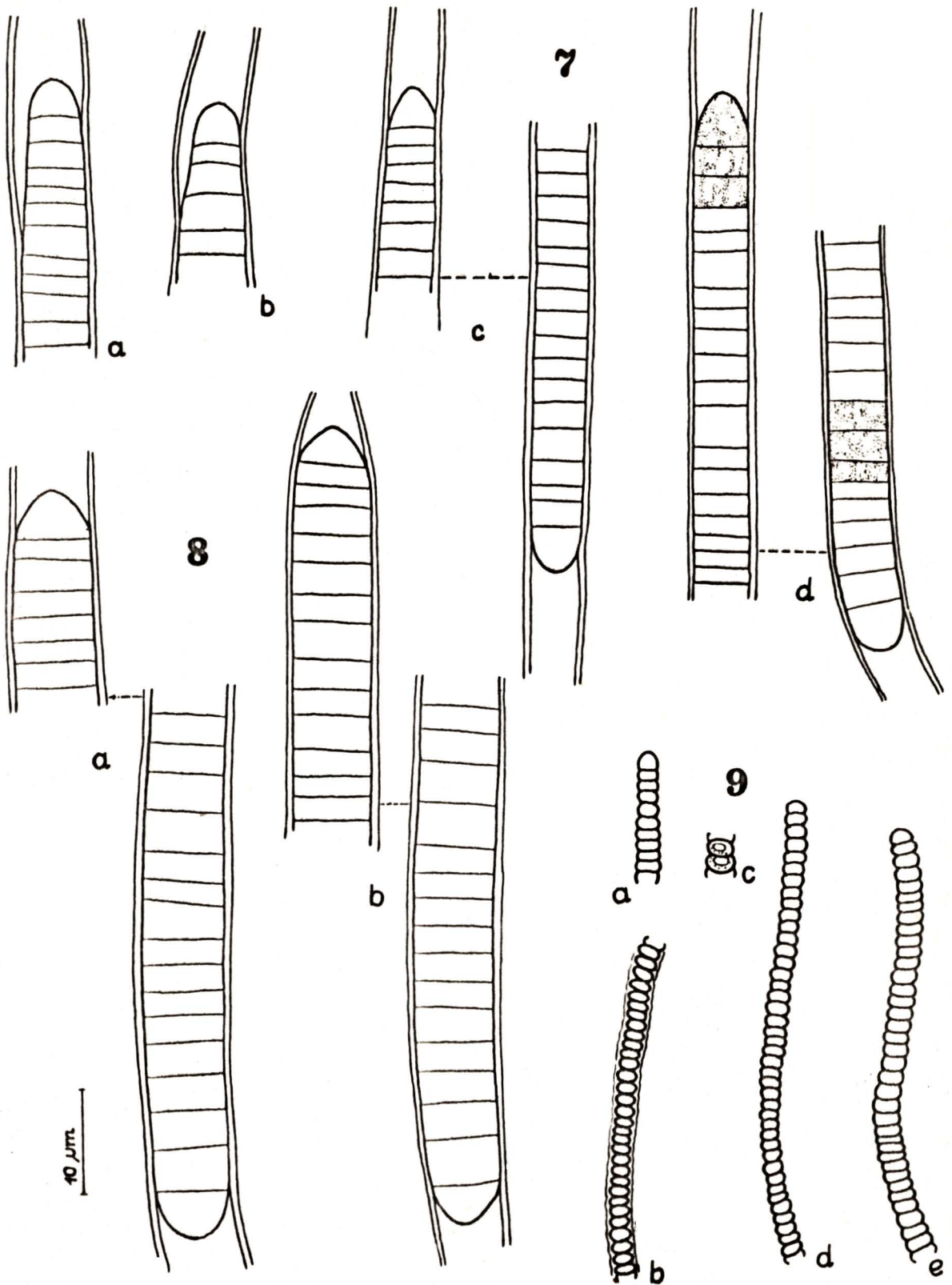
Rys. 2-4. 2. *Zoogloea ramigera*: a/ pokrój kolonii, b/ układ komórek;
 3. *Sphaerotilus natans*: fragmenty nici; 4. *Beggiatoa alba*:
 a, b/ fragmenty nici



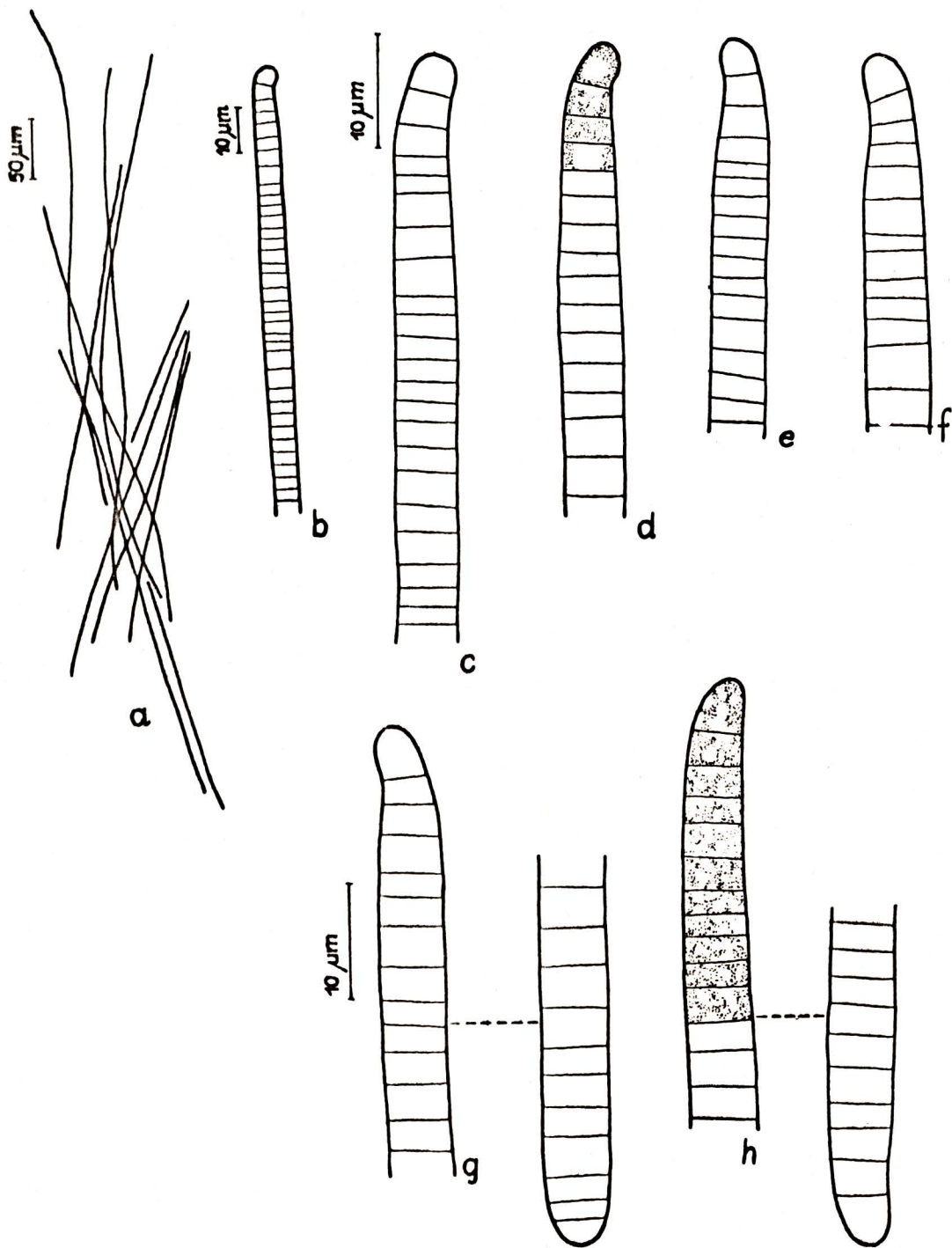
Rys. 5. *Microcystis incerta*: a/ pokrój kolonii, b/ układ komórek



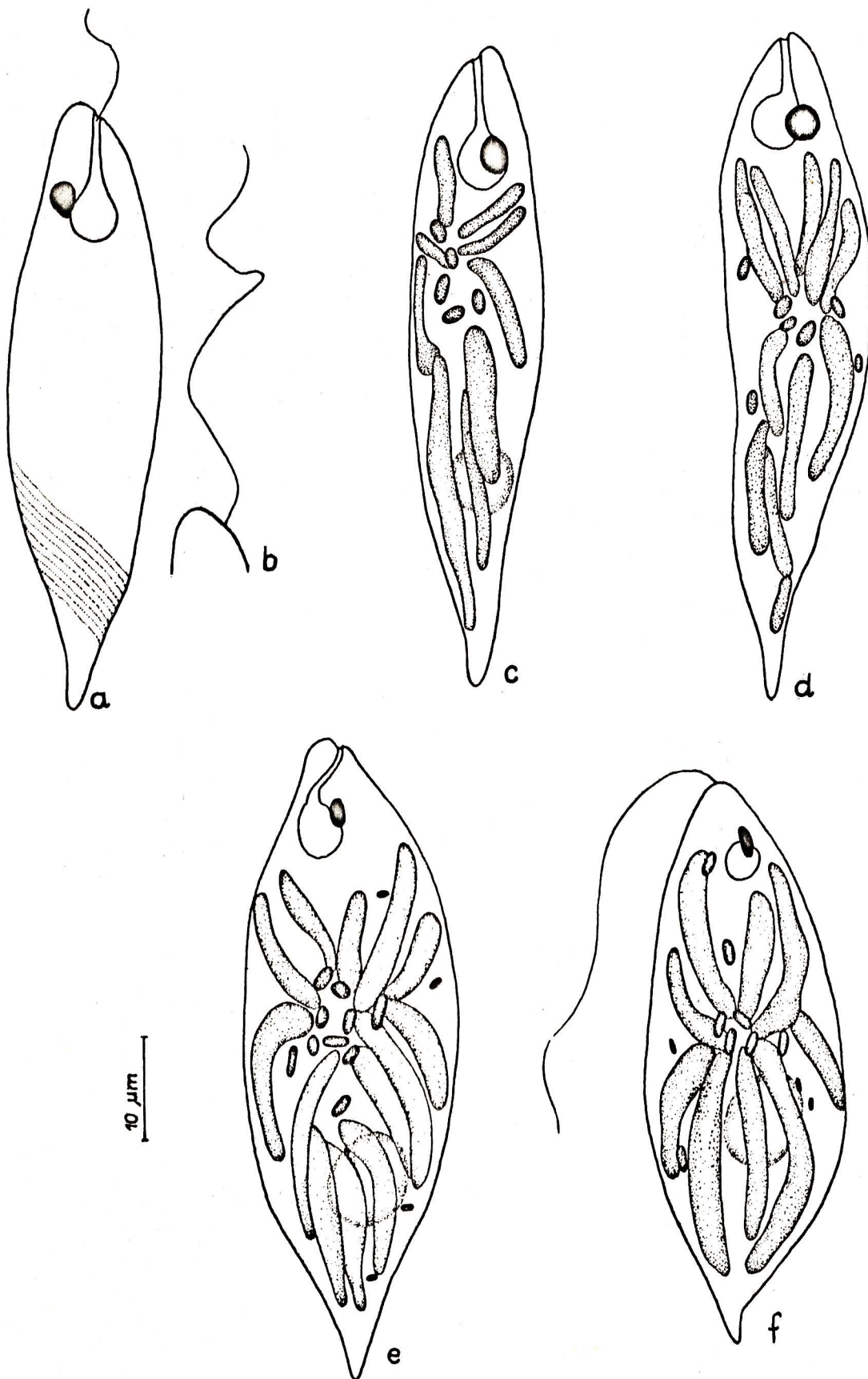
Rys. 6. *Gloeocapsa crepidinum*: a-o/ pokrój plechy, d/ fragment plechy, e/ pojedynca kolonia, f-i/ podziały komórek, j/ pojedynca komórka, k/ nannocyty



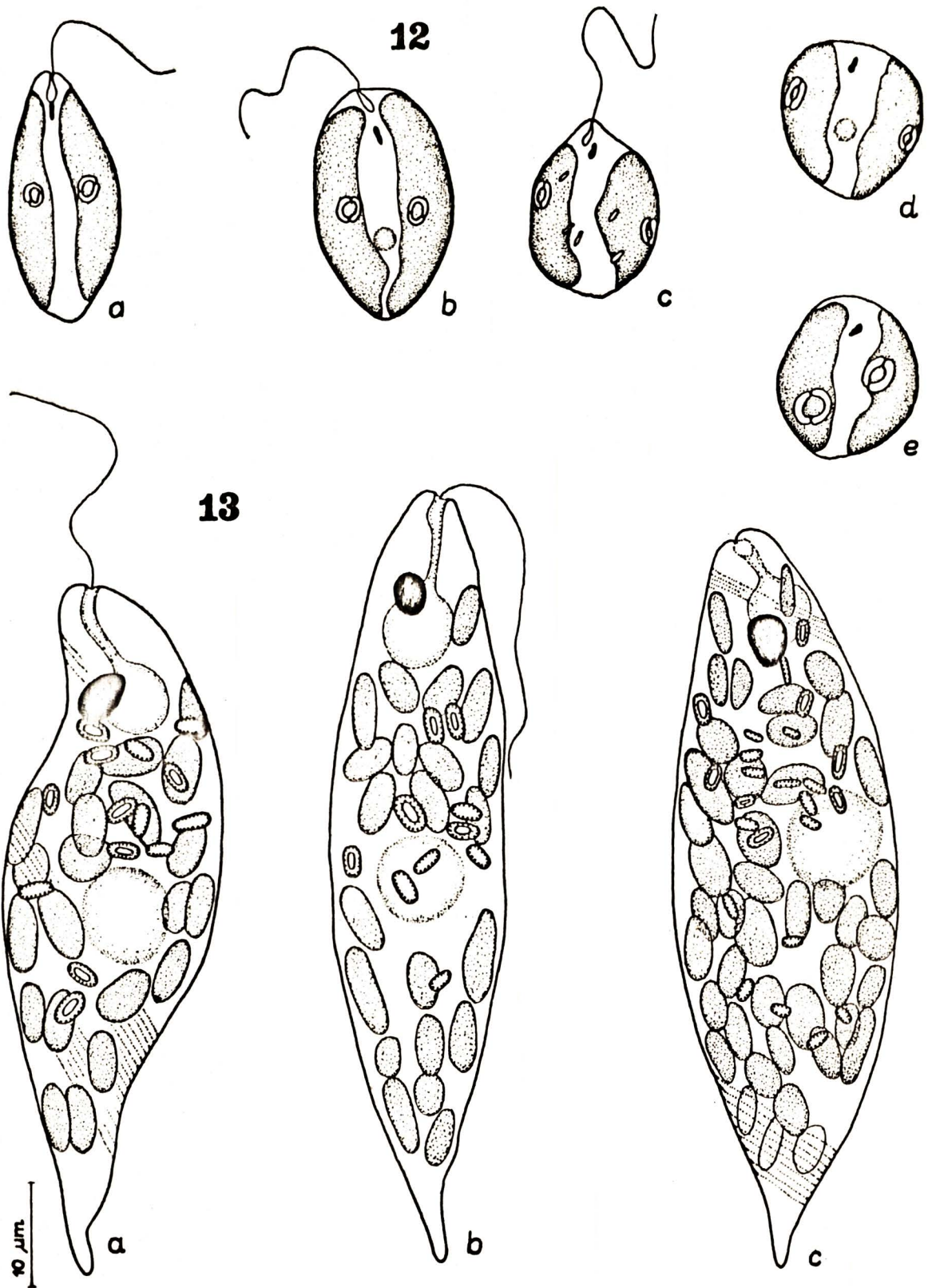
Rys. 7-9. 7. *Lynghya aerugineo-coerulea*: a-b/ wierzchołki nici, c-d/ wierzchołki obu końców jednej nici; 8. *L. aerugineo-coerulea* f. *major*: wierzchołki obu końców jednej nici; 9. *Phormidium* sp.: a/ szczyt trychomu, b/ fragment nici z wyraźną pochwą, c/ fragment trychomu z zaznaczeniem centroplazmy, d-e/ trychomy o szerszych komórkach



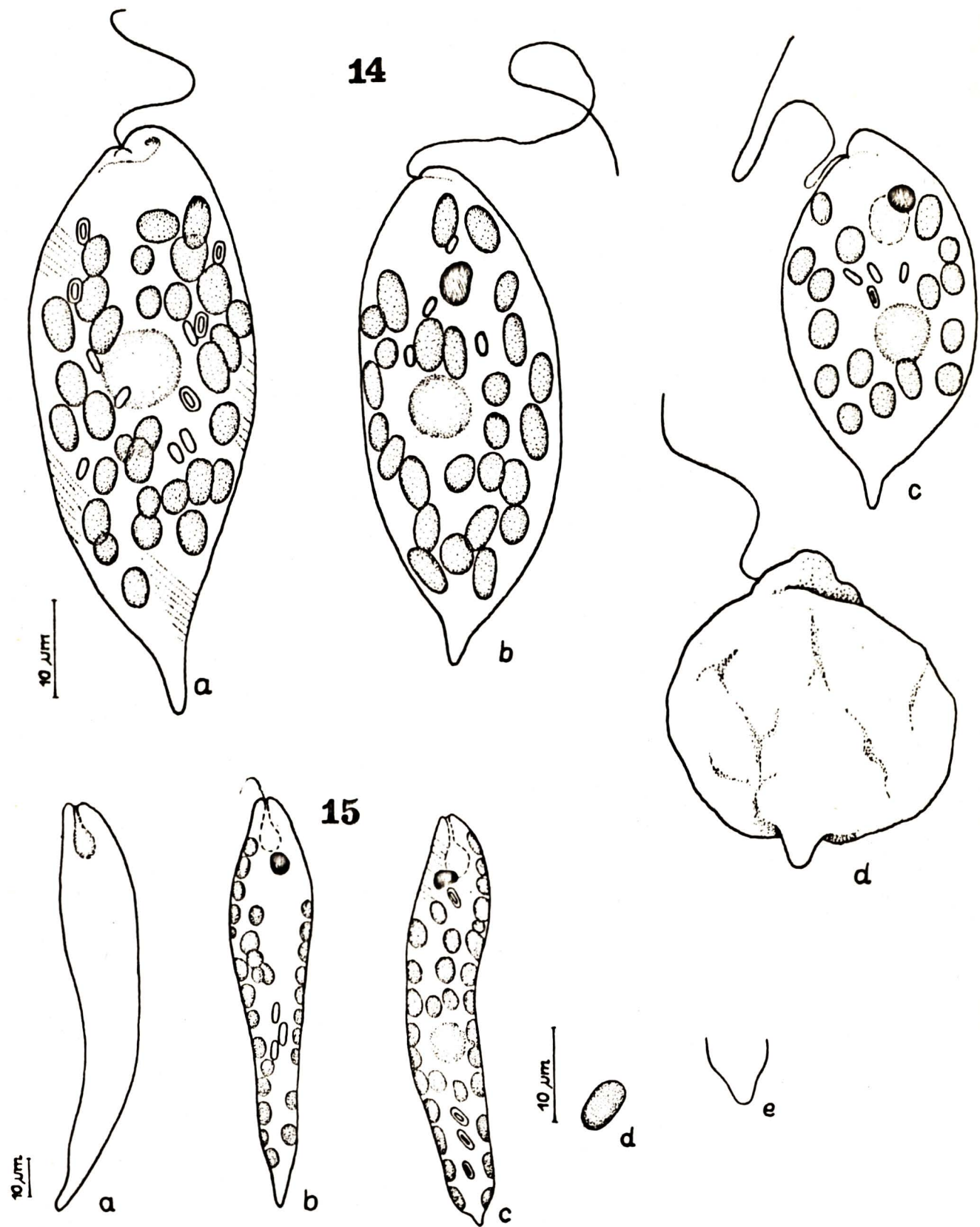
Rys. 10. *Oscillatoria terebriformis* f. *terebriformis*: a/ układ trychomów w plese, b-f/ wierzchołki trychomów, g-h/ wierzchołki obu końców jednej nici



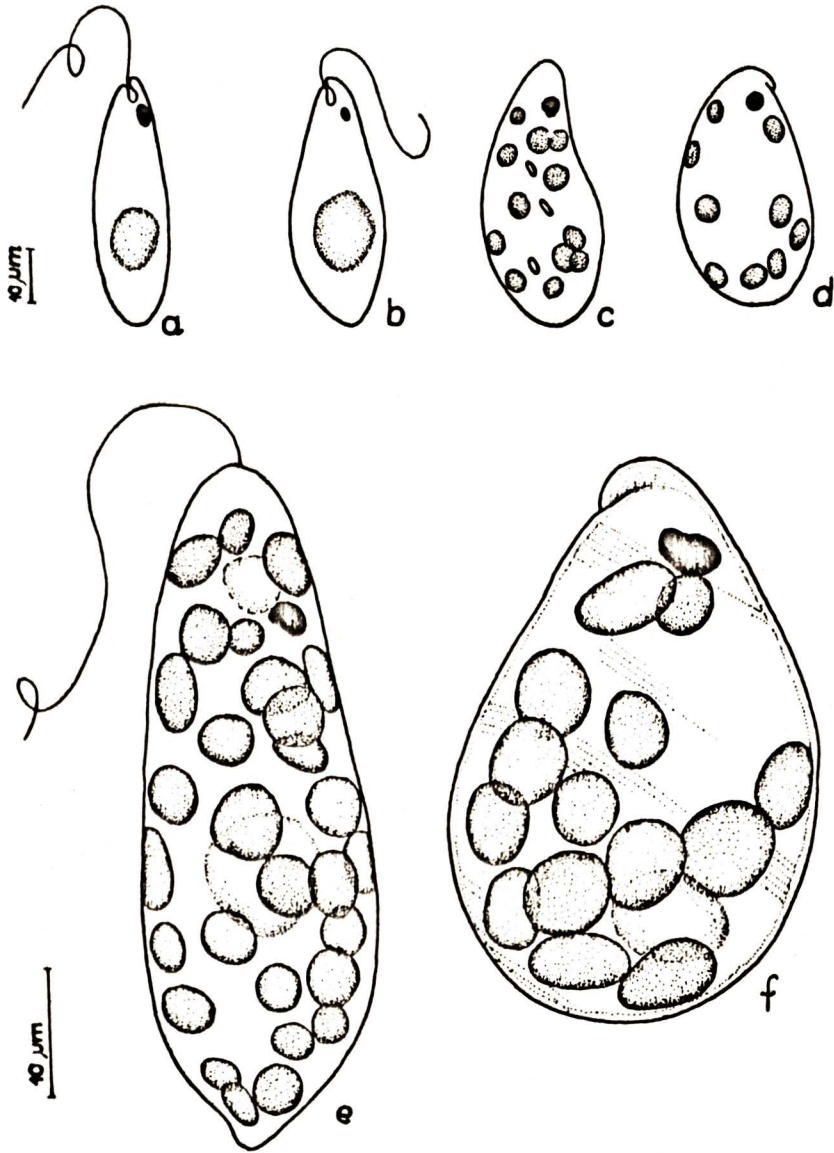
Rys. 11. *Euglena viridis*: a/ kształt komórki z zaznaczeniem typu prążkowania peryplastu, b/ wió, c-f/ komórki z różnym ułożeniem chromatoforów



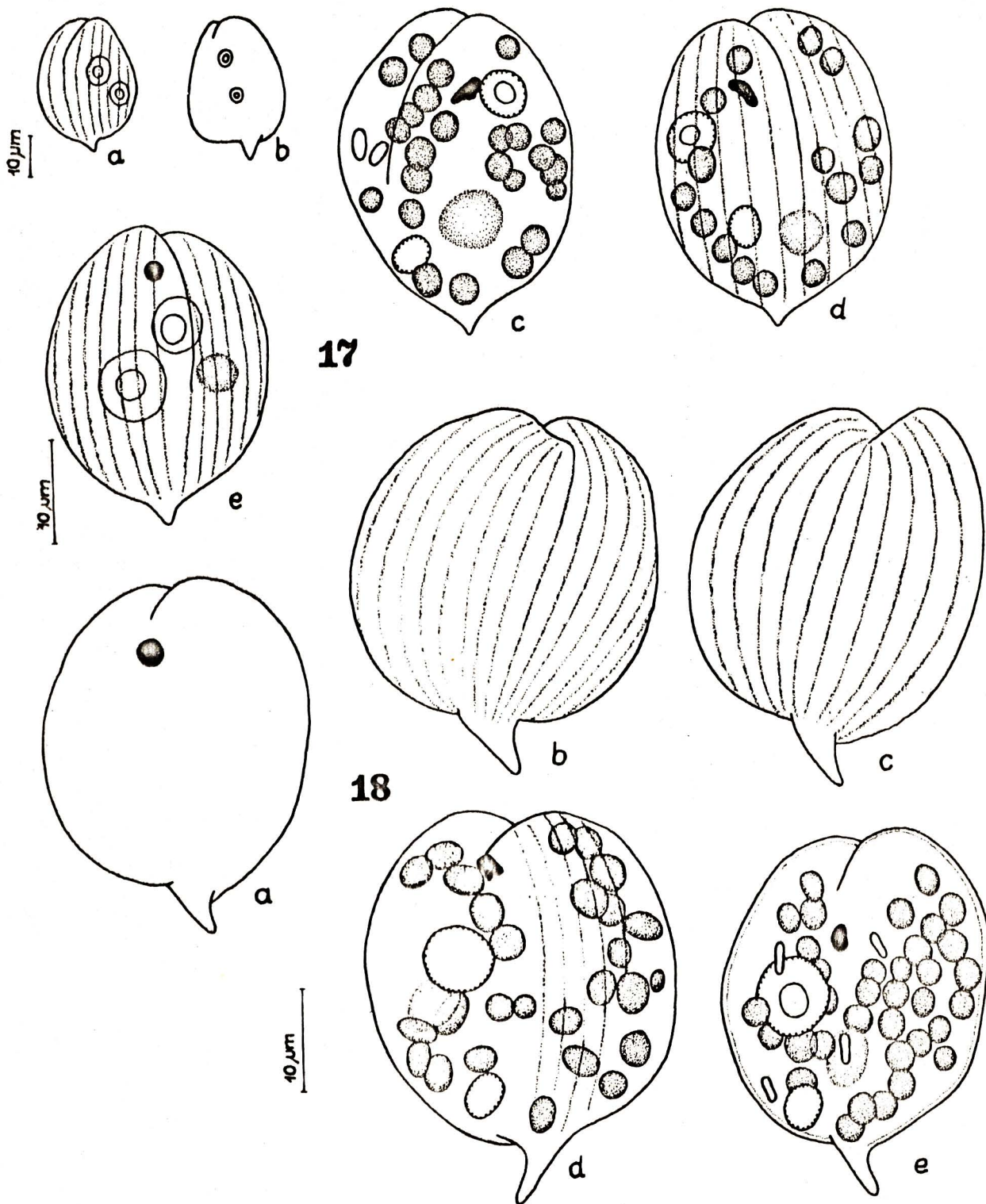
Rys. 12-13. 12. *Euglena pisciformis*: a-c/ komórki z wicią, d-e/ komórki po odrzuceniu wici; 13. *E. hemichromata*: a-c/ kształty komórek z zaznaczeniem typu prążkowania peryplastu



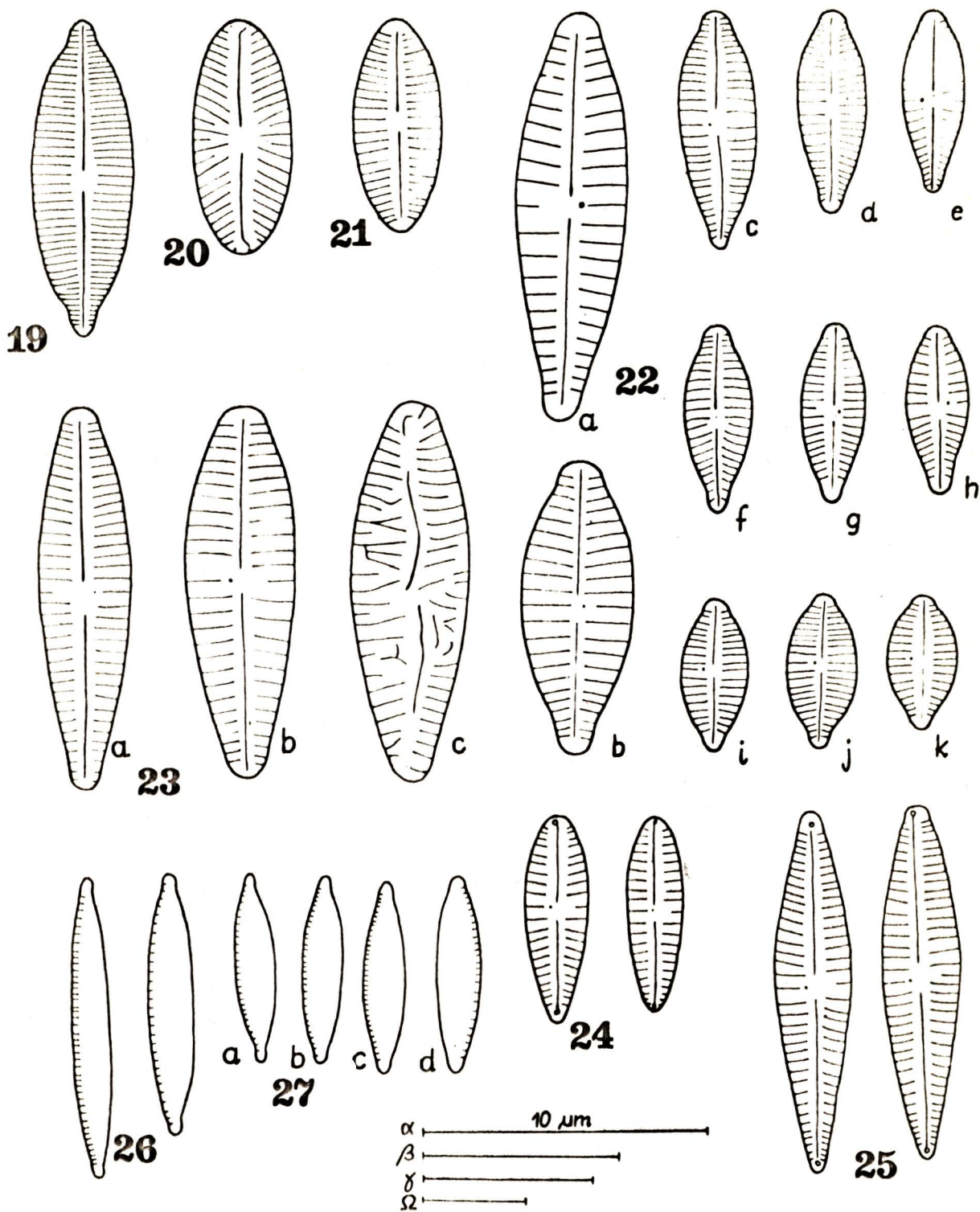
Rys. 14-15. 14. *Euglena proxima*: a/ kształt komórki z zaznaczonym typem prążkowania peryplastu, b-c/ kształty komórek, d/ sklerozona komórka; 15. *E. intermedia*: a/ kształt komórki, b-n/ ułożenie chromatoforów w komórce, d/ chromatofor, e/ tylny koniec komórki



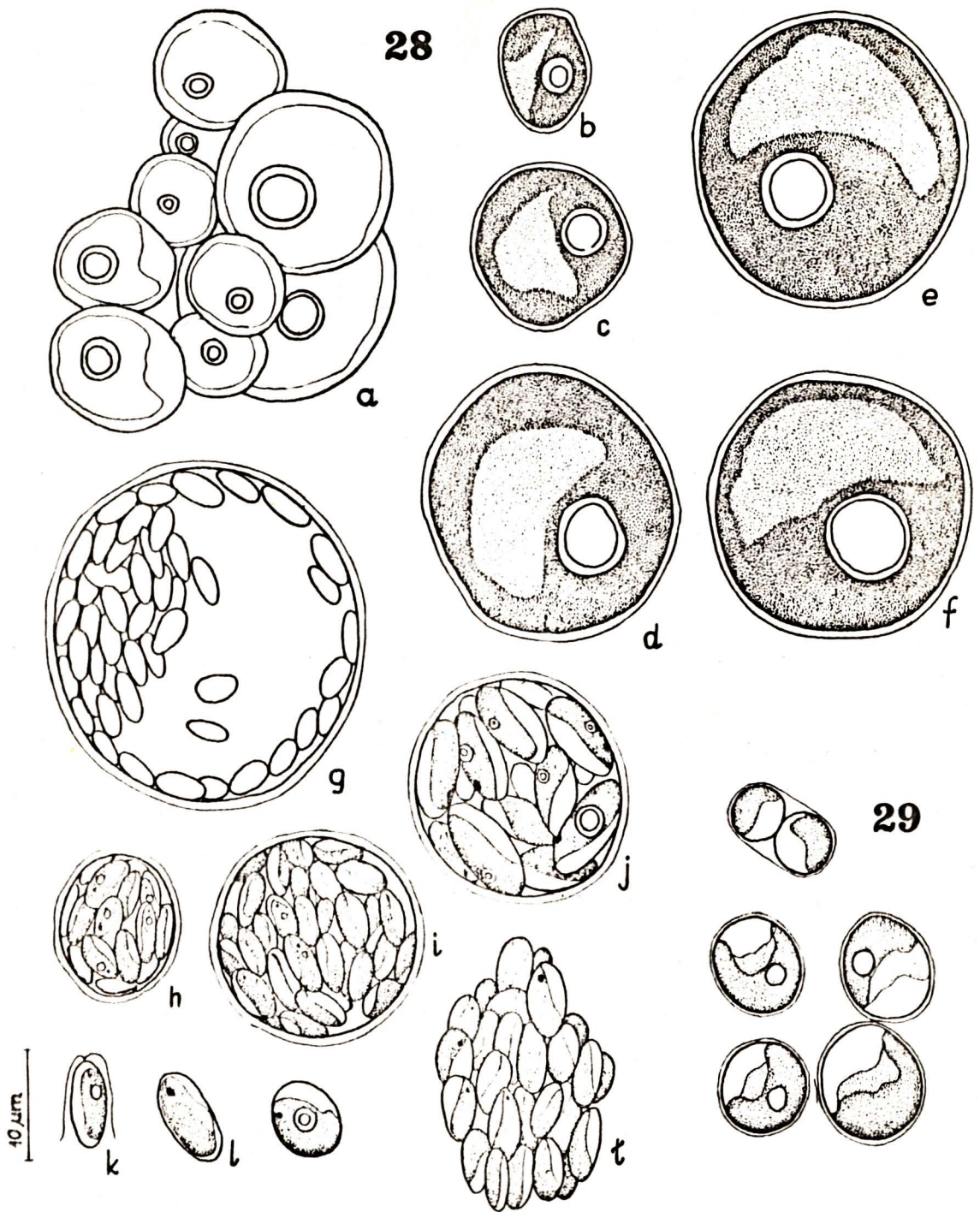
Rys. 16. Euglena sp.: a-b/ komórki z zaznaczonym położeniem jądra, c-d/ komórki z chromatoforami, e/ komórka ze znacznie większą ilością chromatoforów, f/ komórka skórzona z większymi chromatoforami



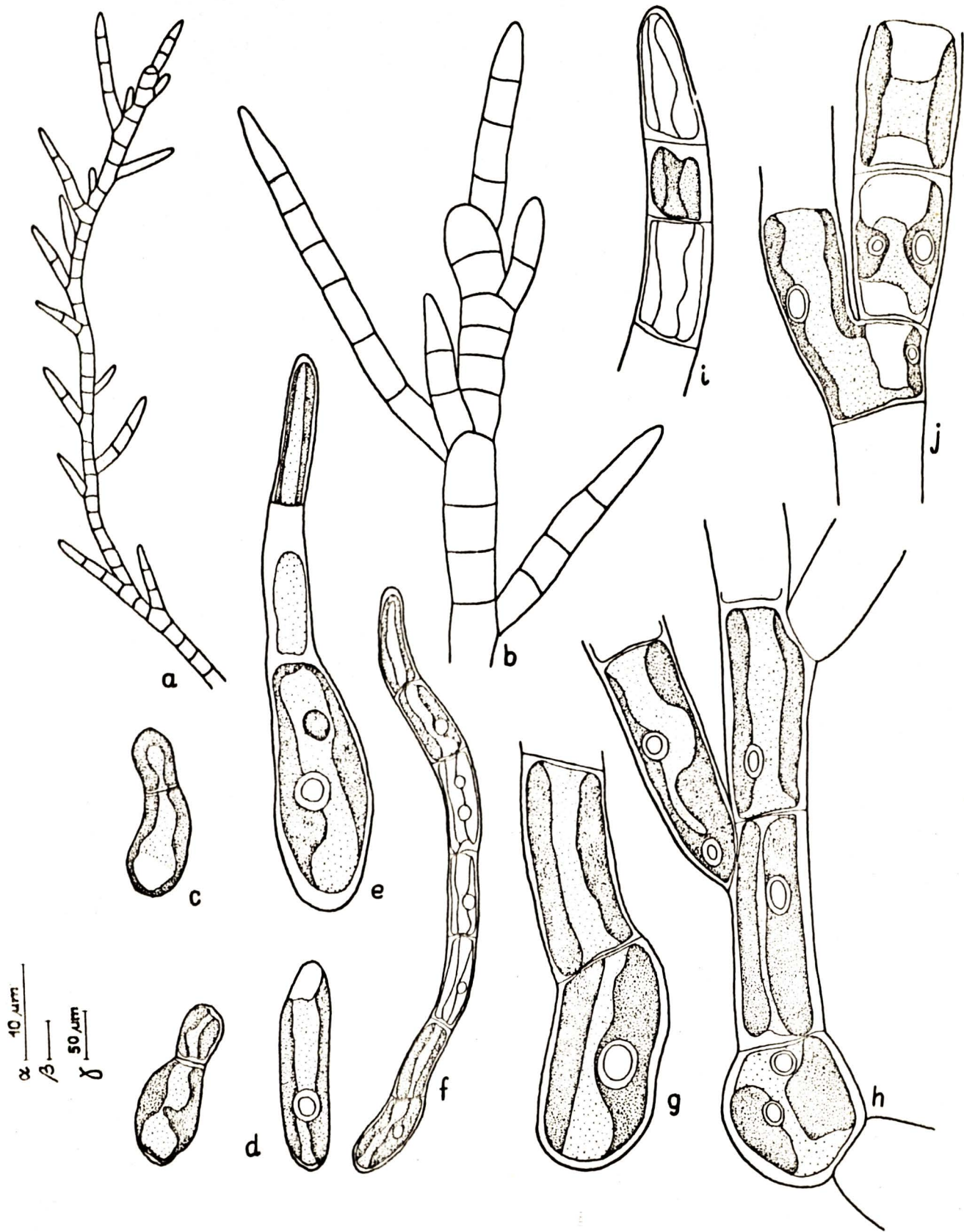
Rys. 17-18. 17. *Phacus acuminatus*: a/ ułożenie pirenoidów i typ prążkowania peryplasty, b/ kształt komórki i położenie pirenoidów, c-e/ wewnątrz komórki; 18. *Ph. pleuronectes*: a/ kształt komórki z zaznaczonym położeniem stigmat, b-c/ typ prążkowania peryplasty, d-e/ wewnątrz komórki



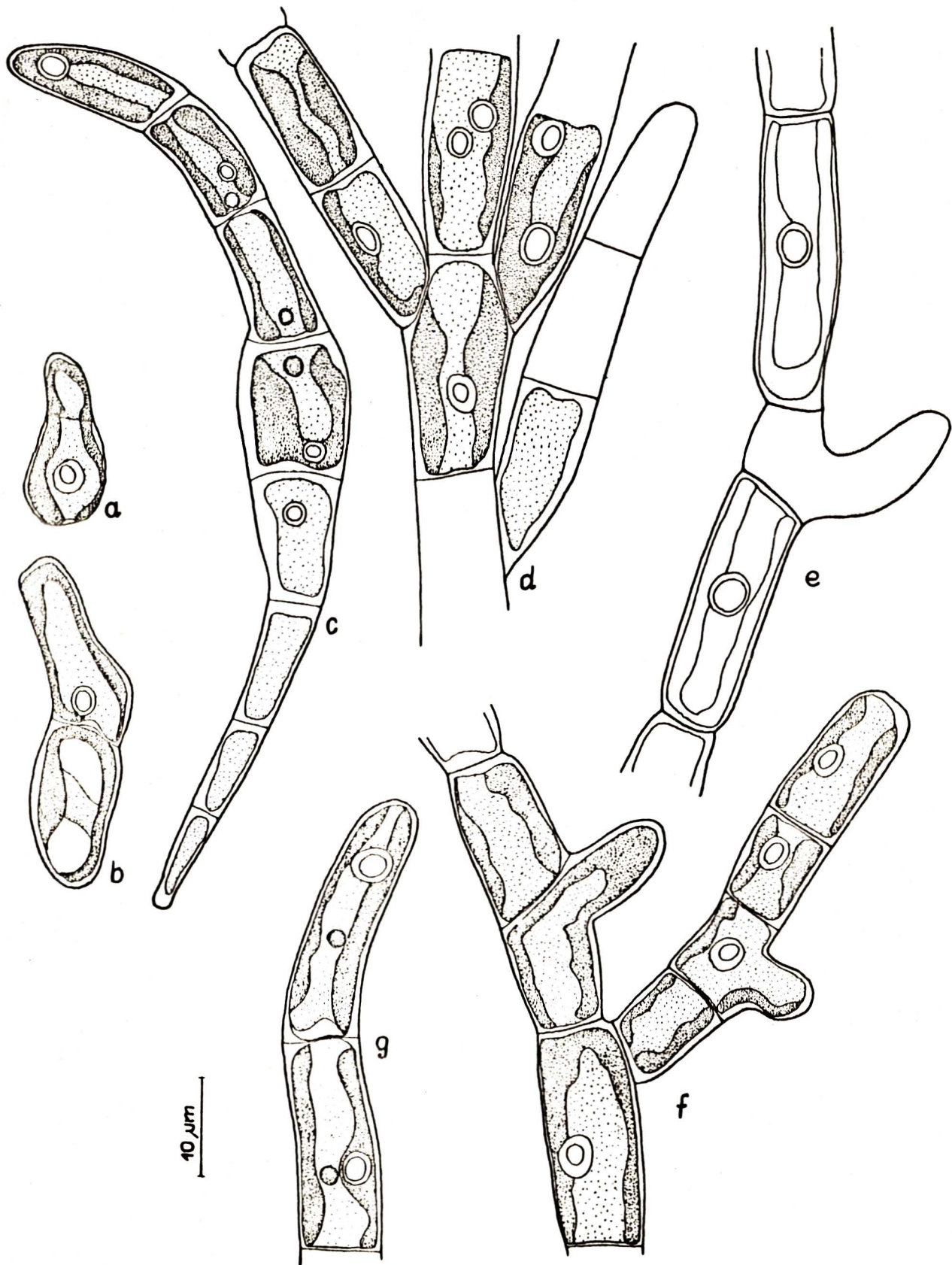
Rys. 19-27. 19. *Navicula aocomoda*; 20. *N. atomus*; 21. *Navicula* sp.;
 22. *Gomphonema parvulum*: a-k/ zmienność wielkości okryw;
 23. a-b/ *G. parvulum* var. *micropus*, c/ okaz teratologiczny;
 24. *G. parvulum* var. *subellipticum*; 25. *G. angustatum*;
 26. *Nitzschia palea*; 27. *Nitzschia* sp.: a-d/ kształty okryw
 /Rys. 20 pow. α ; 21 pow. β ; 19, 23 a-c pow. γ ; 21, 22 a-b pow.
 β ; 22 c-k, 24, 25, 26, 27 a-d pow. Ω /



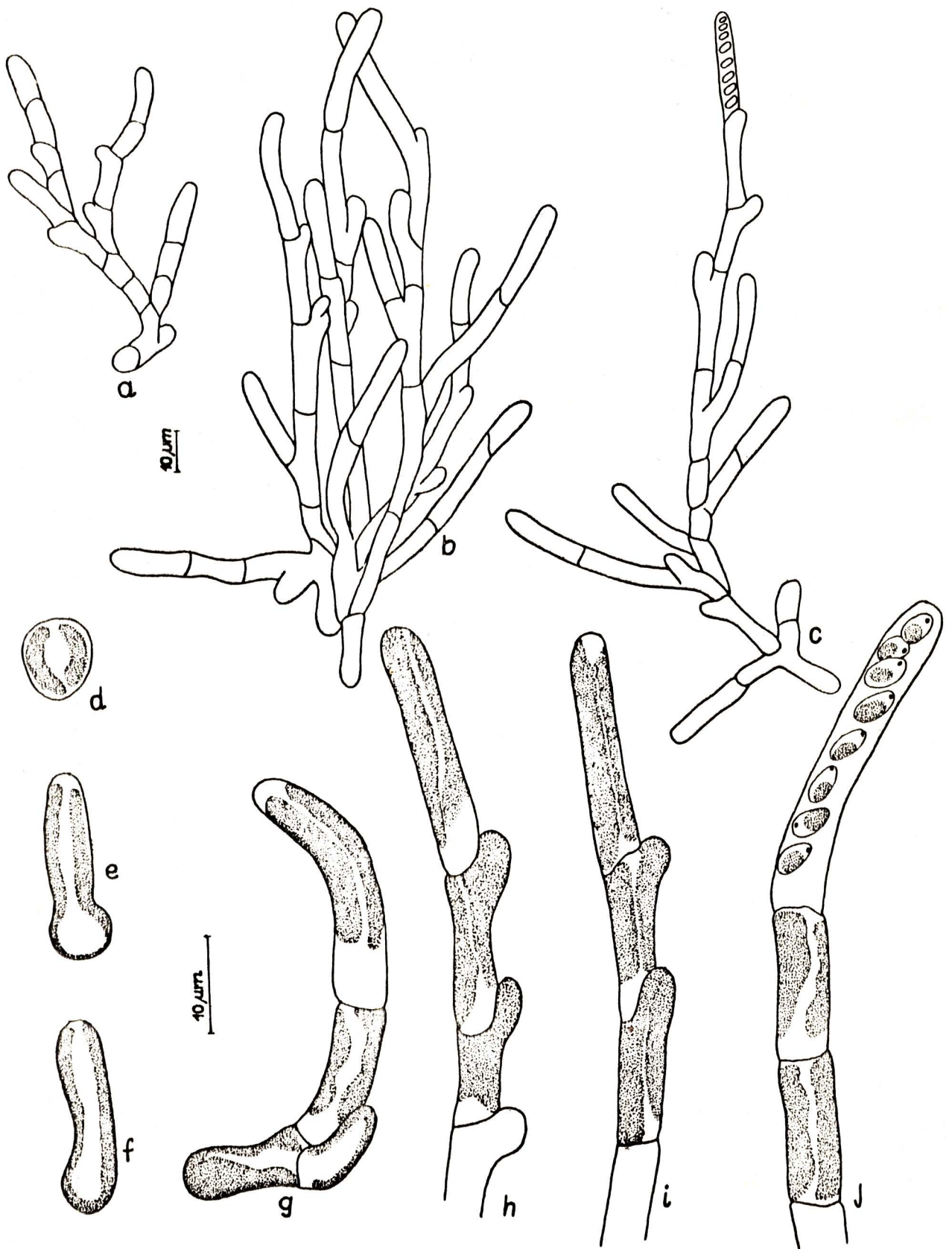
Rys. 28-29. 28. *Hypnomonas chlorococcoides*: a/ skupisko komórek, b-f/ komórki dojrzałe różnej wielkości, g/ komórka z przysułymi zoosporami, h-j/ komórki z zoosporami, k/ zoospora, l/ zoospory bez wici, t/ skupisko zoospor bez wici; 29. *Chlorella vulgaris*



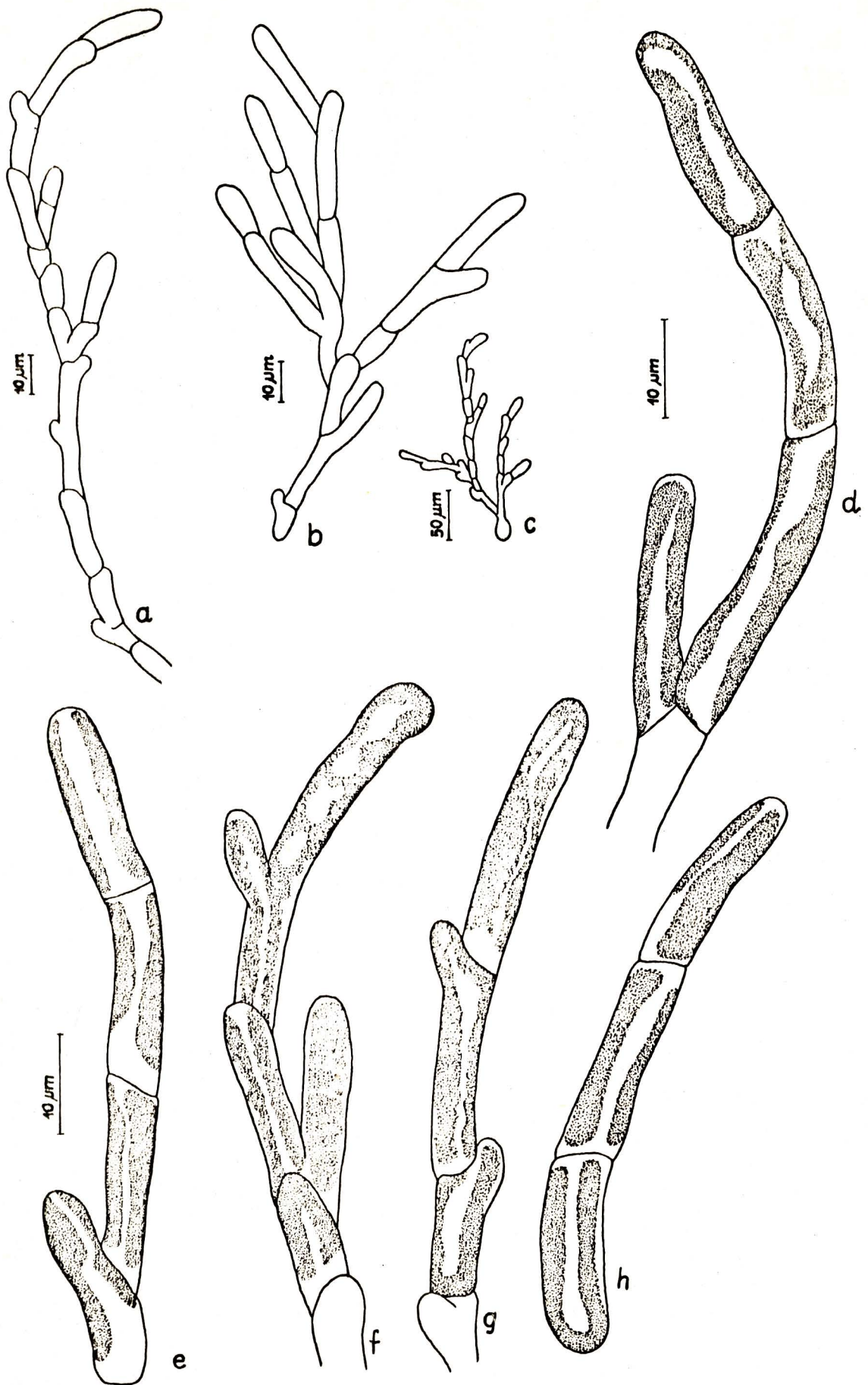
Rys. 30. *Stigeoclonium tenue*: a-h/ fragmenty plechy, c-f/ stadia rozwojowe plechy, g/ komórka bazalna, h/ komórka bazalna rosnąca w dwóch kierunkach, i / komórki szczytowe, j/ typ rozgałęzienia nici / Rys. a, pow. γ ; b,f pow. β ; c,d,e,g-j, pow. α /



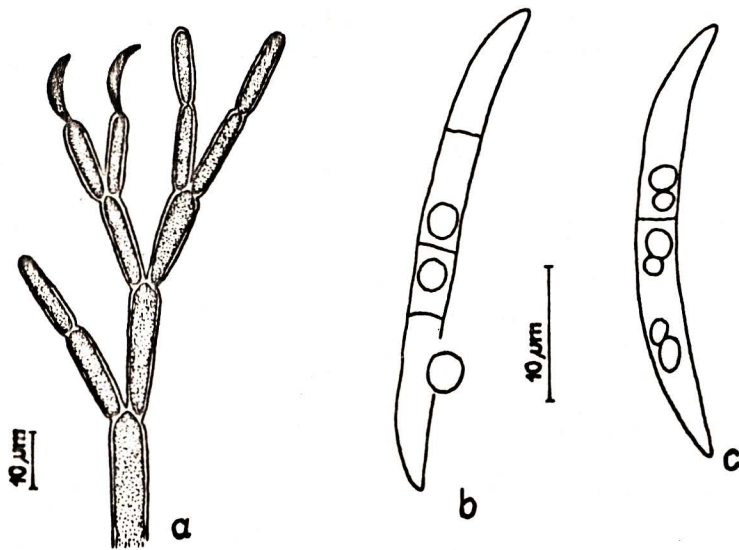
Rys. 30A. *Stigeoclonium tenue*: a-b/ komórki bazalne, c/ młoda niś, d-f/ typy rozgałęzień, g/ komórka szczytowa



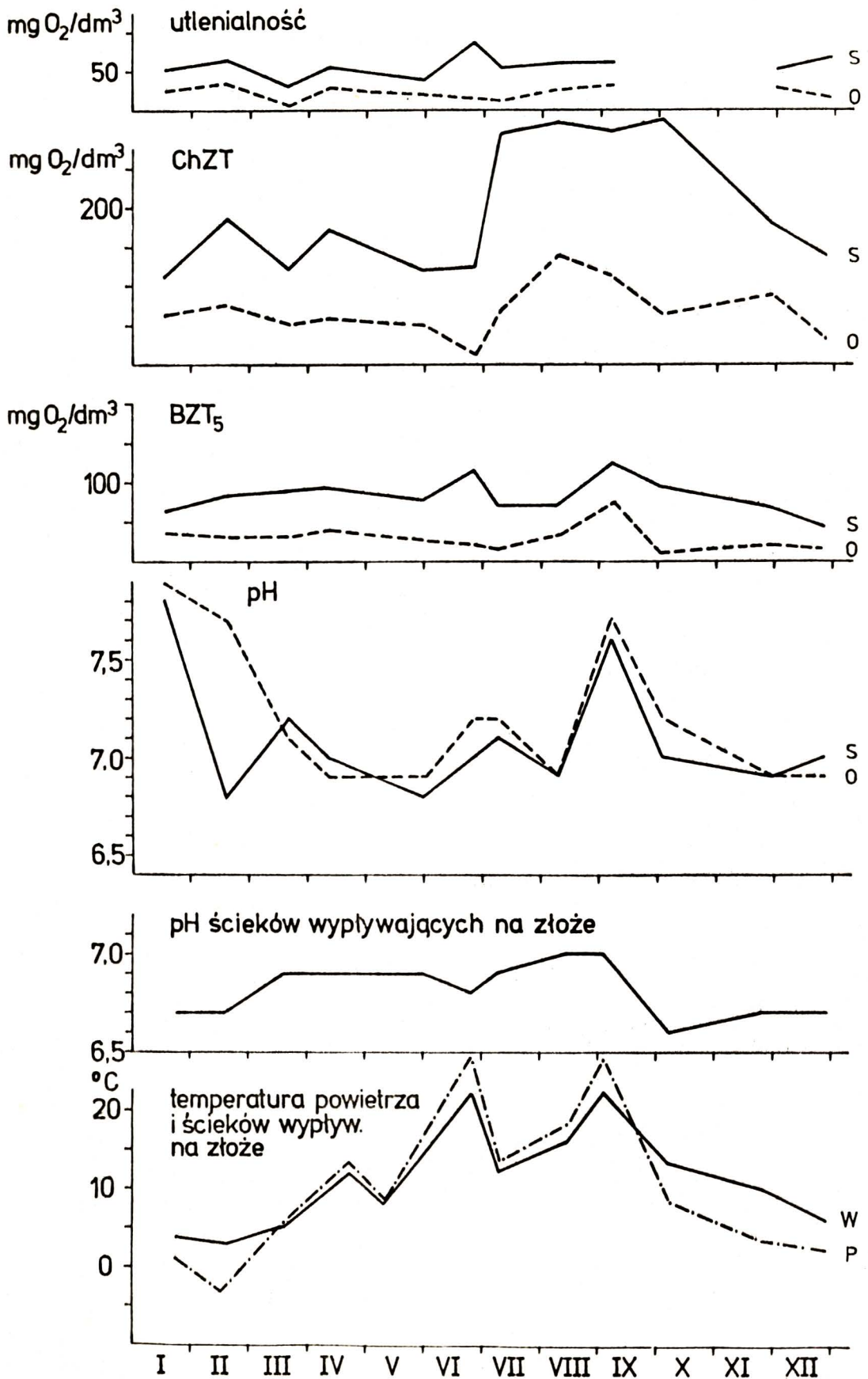
Rys. 31. *Microthamnion kützingerianum*: a-c/ fragmenty plechy z komórką macierzystą, d-g/ stadia rozwojowe plechy, h-j/ fragmenty nici z komórkami szczytowymi, k/ zoospory



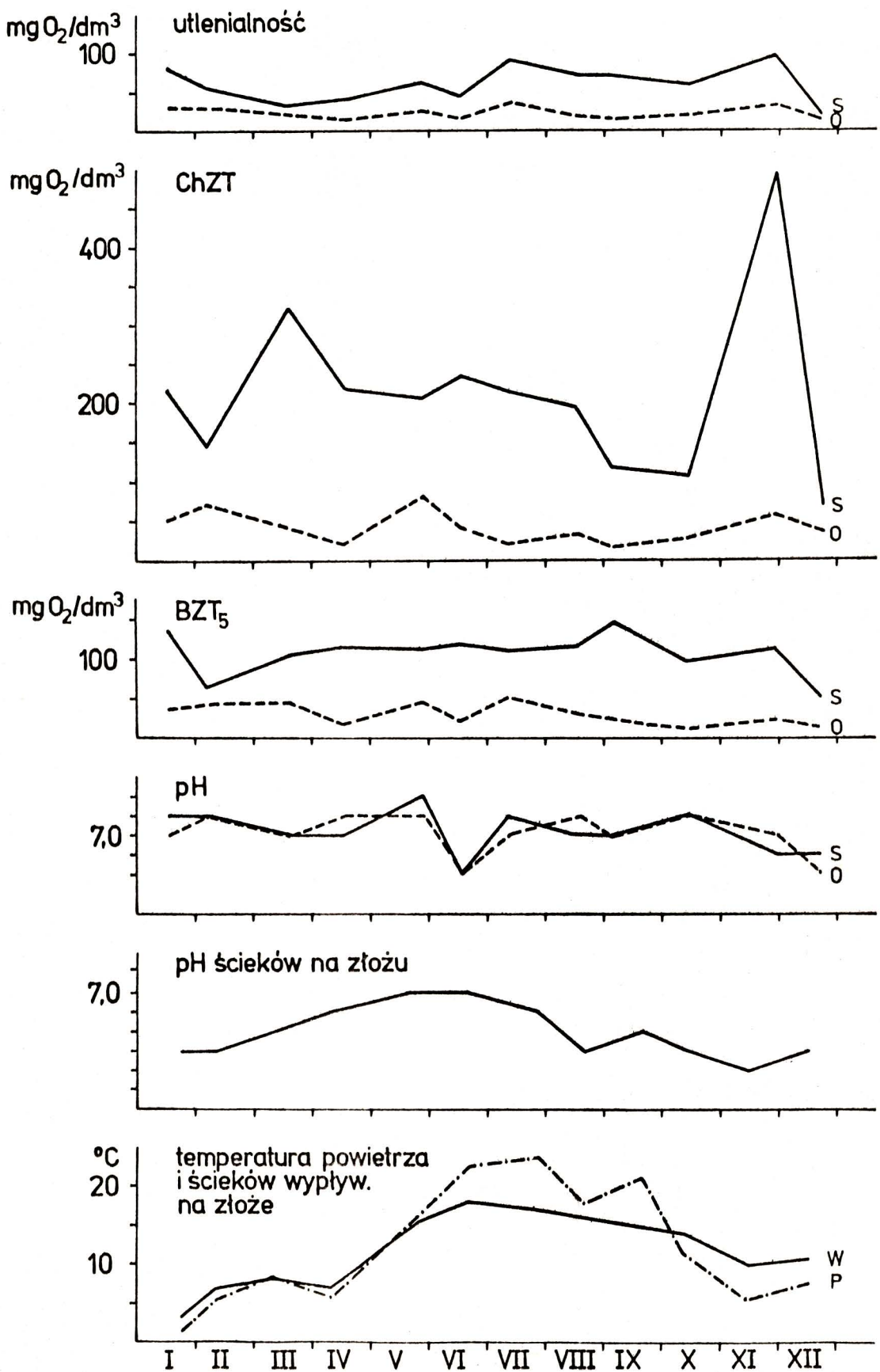
Rys. 32. *Microthamnion kützingianum*: a-o/ fragmenty plechy, d-g/ typ rozgałęzień nici, h/ pojedyncza nić nierozgałęziona



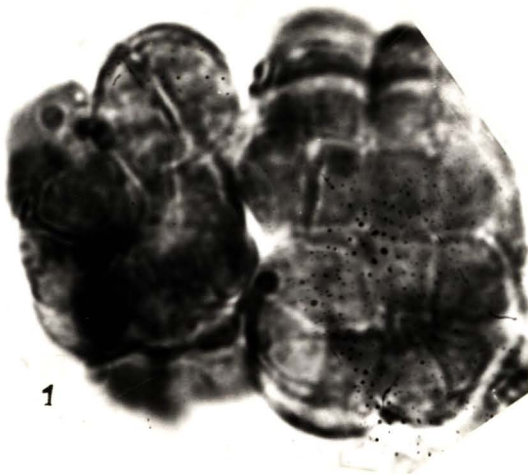
Rys. 33. *Fusarium aqueductum*: a/ pokrój grzybni, b-c/ makrofilalospory



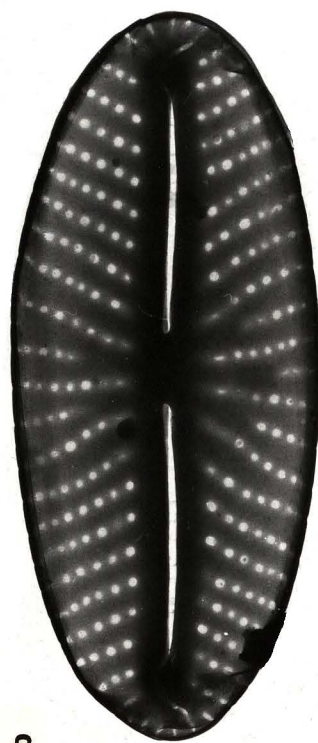
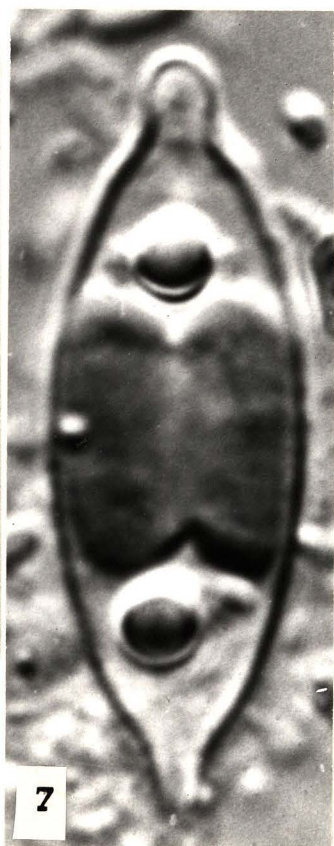
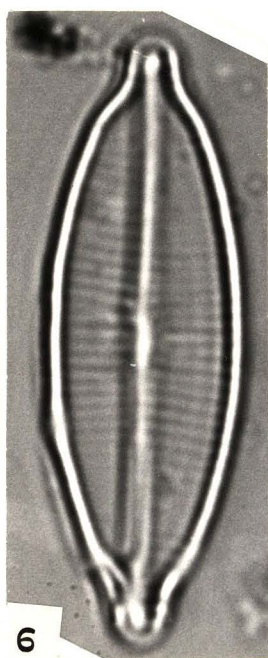
Rys. 34 Wartości niektórych wskaźników zanieczyszczenia ścieków surowych (S) i oczyszczonych (O) oraz pH i temperatura ścieków wypływających na złoże (W), temperatura powietrza (P) w 1979 r.



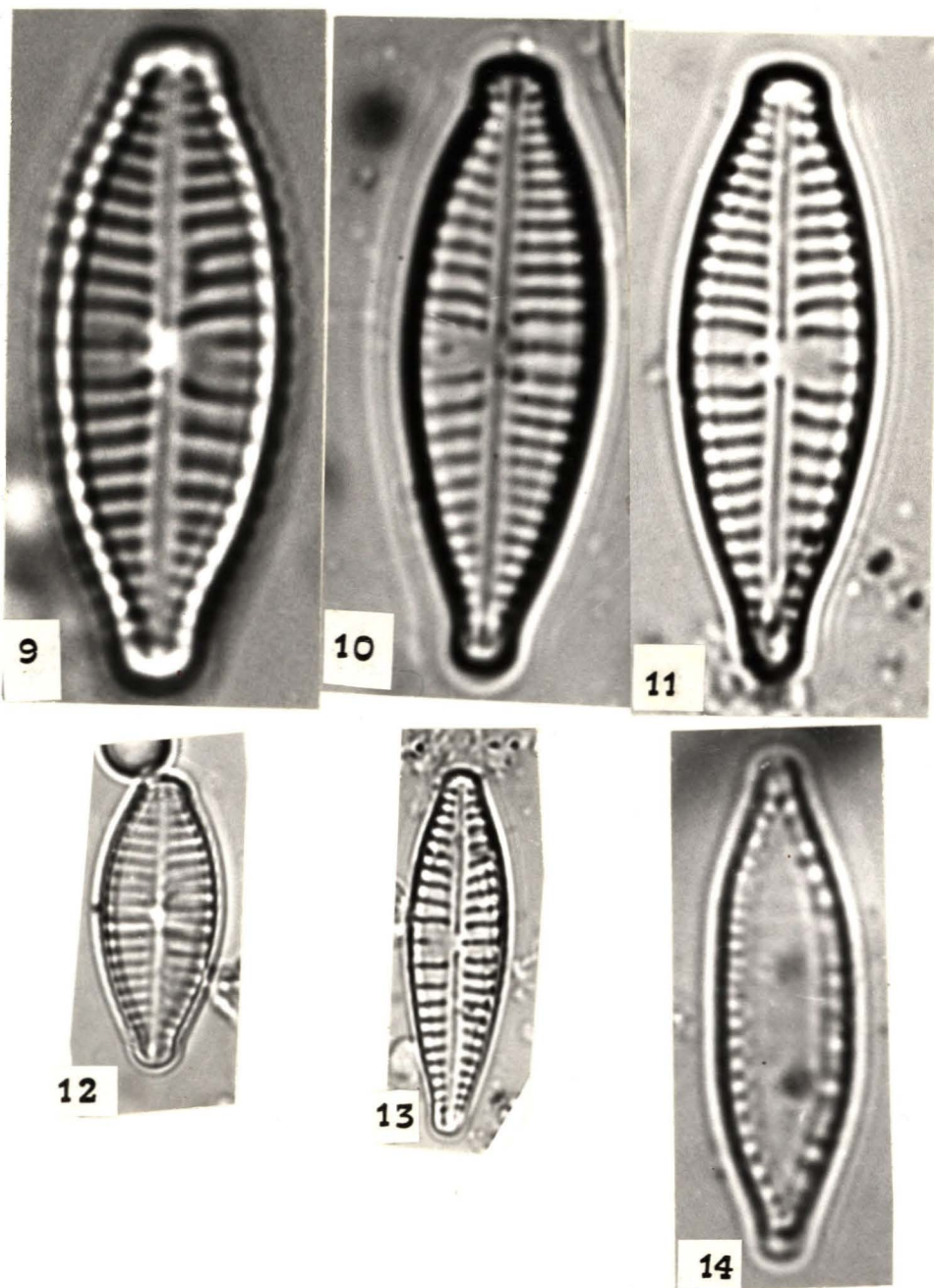
Rys. 35 Wartości niektórych wskaźników zanieczyszczenia ścieków surowych (S) i oczyszczonych (O) oraz pH i temperatura ścieków wyptywających na złożu (W), temperatura powietrza (P) w 1980 r.



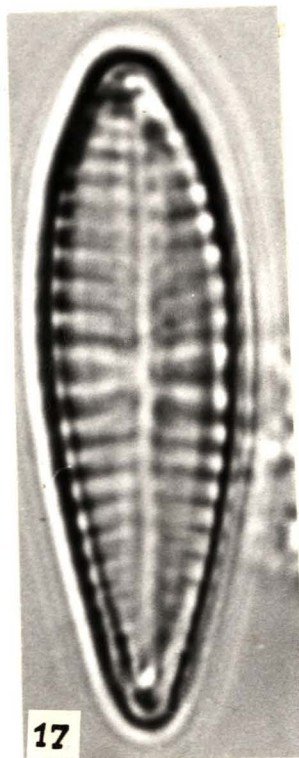
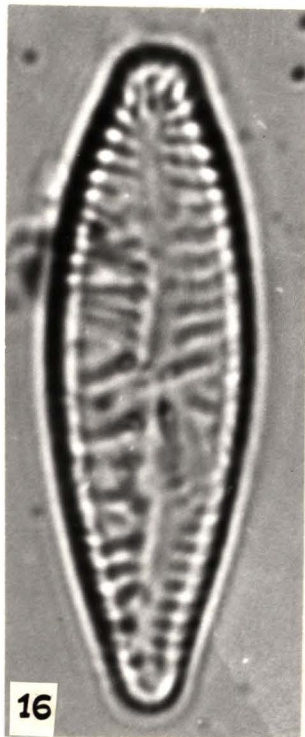
Fot. 1-5. 1. *Gloeocapsa crepidinum*, 2. *Oscillatoria terebriformis*, 3-4. *Euglena viridis*, 5. *Euglena* sp. (1: x 2000; 2: x 800; 3,4,5: x 1500)



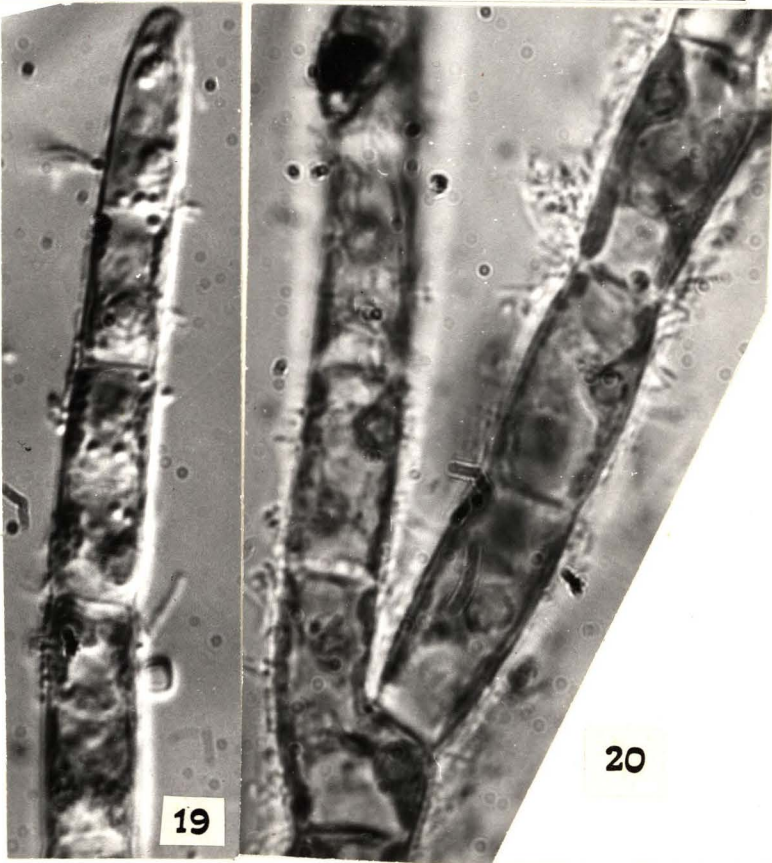
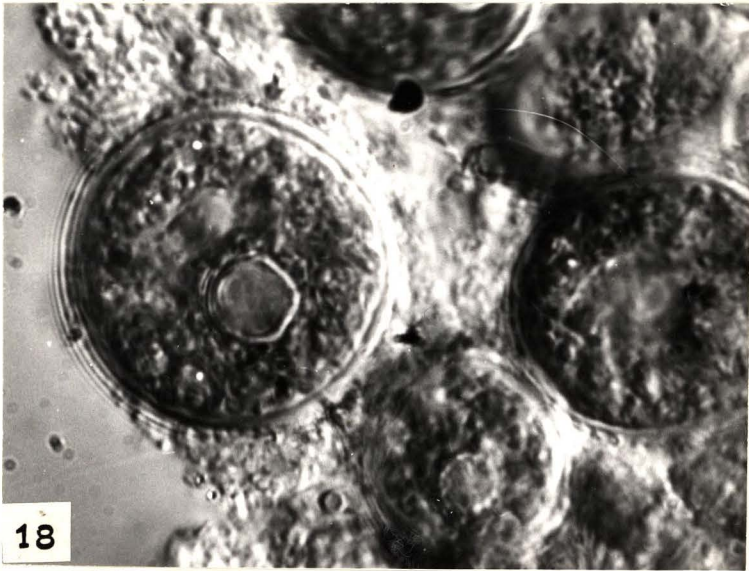
Fot. 6-8. 6. *Navicula accomoda*, 7. *N. accomoda* żywy okaz, 8. *Navicula atomus* (TEM). (6: x 4300; 7: x 5500; 8: x 14000)



Fot. 9-14. 9-13. *Gomphonema parvulum* var. *parvulum*,
 14. *Nitzschia* sp. (9,10,11: x 4200; 12,13: x 2700;
 14: x 3700)



Fot. 15-17. 15. *Gomphonema parvulum* var. *micropus* (TEM), 16. *G. parvulum* var. *micropus* okaz teratologiczny, 17. *G. parvulum* var. *subellipticum*. (15: x 4700; 16: x 4000; 17: x 4600)



20

Fot. 18-20. 18. *Hypnomonas chlorococcoides*,
19. *Stigeoclonium tenue*, fragment nici szczytowej
części, 20. *Stigeoclonium tenue*, fragment nici
pokrytych bakteriami, (18: x 2000; 19: x 800;
20: x 2000)

