

Adam Solski, Wiesław Matejczuk, Andrzej Jędrszak

PRZYCZYNY I SKUTKI ZAKWASZENIA WÓD RZEKI CHWALISZÓWKI

1. Wstęp

Wydobyciu węgla brunatnego w rejonie Tuplice-Łęknica towarzyszyło powstanie skupiska licznych zbiorników, nazwanego przez Kozackiego (1978) "pojezierzem antropogenicznym". Zbiorniki te stały się ważnym elementem w ogólnym obiegu wody na tym obszarze. Zbiorniki położone na południe od Tuplic są w przeważającej mierze obszarami bezodpływowymi, natomiast na północ od linii kolejowej Tuplice-Żary zostały przekopane rowy odwadniające, które włączają ten obszar w system drobnych cieków. Na południe od Trzebieli i Kamienicy część zbiorników należy do zlewni małych cieków, które są dopływami Nysy tużyckiej. W rejonie na północny wschód od Łęknicy znajdują się skupiska zbiorników z którego tylko pojedyncze zbiorniki włączają się do powierzchniowego obiegu wody (Kozacki, 1978).

Badania zbiorników "pojezierza antropogenicznego" przeprowadzone w latach 80-tych (Matejczuk 1986, Solski i inni - w druku) wykazały, że wody niektórych z nich różnią się znacznie od przeciętnego składu chemicznego wód powierzchniowych, w naszym kraju. Zasadniczą cechą wyróżniających się zbiorników był niski odczyn wody, nie przekraczający 4,0 pH. Zbiorniki te w liczbie około 40-tu zwane acidotroficznymi grupują się głównie na południowy wschód od Kamienicy, a następnie w rejonie od Chwaliszowic do Łęknicy (Solski i inni, w druku). W pobliżu wsi Chwaliszowice bierze swój początek mała rzeczka zwana Chwaliszówką. U źródeł tej rzeczki znajduje się kilka zbiorników acidotroficznycy, które decydują o składzie chemicznym jej wody. Niski odczyn wody rzeki Chwaliszówki, którego przyczyną są złożone procesy rozkładu pirytów, towarzyszących pokładom węgla brunatnego, jest bodajże jedynym zjawiskiem w kraju.

Podejmując się oceny wpływu zbiorników acidotroficznycy na rz. Chwaliszówkę wykonano badania, których zakres obejmował: skład chemiczny wód tych zbiorników, skład chemiczny wód i osadów dennycy Chwaliszówki oraz skład gatunkowy peryfitonu tej rzeki.

*) Praca wykonana w ramach tematu CPBP nr 03.09 "Metody analizy i użytkowania zasobów wodnych."

2. Teren badań

Rzeczka Chwaliszówka bierze swój początek z podmokłego terenu położonego na południowy wschód od wsi Chwaliszowice na wysokości około 140 m n.p.m. Blżej wsi od południa i południowego wschodu znajduje się kilka zbiorników powstałych w wyniku eksploatacji węgla brunatnego, które w sposób bezpośredni i pośredni oddziałują na wody badanej rzeczki. Długość rz. Chwaliszówki wynosi około 6,4 km. Płyynie ona głównie przez łąki i pastwiska, towarzyszą jej zagałniki i pojedyncze drzewa, w kilku miejscach ociera się o tereny leśne. Uchodzi w Żarkach Wielkich do kanału (na wysokości ok. 95 m n.p.m.), który łączy się z Nysą tużycką (rys. 1). Osady dennie rz. Chwaliszówki wybitnie mineralne, sporo tu piasku i żwiru; w Żarkach Wielkich koryto rzeczki było całkowicie wyłożone głazami, co nie umożliwiło pobranie próbek osadów. Znaczne ilości żelaza w wodach tej rzeczki spowodowały jego wytrącanie się w postaci żółto-brązowych nalotów na dnie koryta, zanurzonych i wystających z wody kamieniach, roślinach, korzeniach drzew itp.

W dniu poboru prób wody dokonano pomiarów przepływu wody w rz. Chwaliszówce i jej dopływach (tab. I). Rzeczkę zasilały: rów odprowadzający wody ze zbiornika nr 38 (stan 2), lewobrzeżny kilkuset metrowej długości dopływ (stan 4) oraz prawobrzeżny dopływ (stan 6), liczący ok. 4 km długości. Inne napotkane dopływy - ciekły przedstawiały słabo sączące się strużki wody, nie mające praktycznego znaczenia.

Zlewnię rz. Chwaliszówki o powierzchni 24,94 km² pokrywają w ok. 35% lasy, na pozostałą część składają się głównie użytki rolne, a następnie wody, osiedla i drogi. Zlewnia usiana jest licznymi pagórkami, sięgającymi 171,4 m n.p.m.

3. Materiał i metody

Zbiorniki nr nr 37, 38, 40, 42 i 43 badane były w sierpniu, natomiast rz. Chwaliszówka i jej dopływy 10 listopada 1986 roku. Próby wody, osadów dennych i peryfitonu pobrano z 9 stanowisk, których rozmieszczenie przedstawia rys. 1. Podstawowy skład chemiczny wody oraz osadów dennych oznaczono wg Hermanowicza i innych [9], sód, potas i wapń oznaczono na fotometrze płomieniowym Flapho 4, a pozostałe metale na spektrofotometrze absorpcji atomowej Varian Techtron stosując ekstrakcję metali karbominianem amonu w ketonie metyloizobutyloowym.

Peryfiton zbierano, z uwagi na brak roślinności naczyniowej w rzece Chwaliszówce, przede wszystkim z podłoża martwego tj. kamieni i opadłych liści oraz z sięgających do rzeki korzeni drzew i innych roślin rosnących w strefie przybrzeżnej. Przynależność gatunkową organizmów oznaczano w próbach nie utrwalanych w oparciu o odpowiednie klucze (Bacteria-Häsler I., 1982; Mycophyta-Barnett H.L., 1961; Bacillariophyceae - Siemińska J., 1964; Euglenophyceae - Starmach K., 1983; Chlorophyta-Huber-Pestalozzi G., 1961, Starmach K., 1972; Ciliata-Kahl A., 1935; Rotatoria-Veight M., 1957; Chironomidae-Romaniszyn W., 1958, Rozkosny R., 1980).

4. Wyniki

4.1. Fizyczno-chemiczne cechy wód zbiorników

Zbiornik nr 38, leżący obok wsi Chwaliszowice, okazał się zbiornikiem meromiktycznym. Miksolimnion sięgał do głębokości ok. 8 m, zaś poniżej od 9 m do około 17 m monolimnion. Ostry skok termiczny powyżej 3°C (1 m) usytuowany był płytko (3-5 m).

Odczyn wody w mikrolimnionie wahał się od 2,9 do 3,1 pH, natomiast w monolimnionie wynosił od 5,4 do 6,1 pH. Miksolimnion pozbawiony był zasadowości, wykazując obecność kwasowości mineralnej, w monolimnionie było odwrotnie, wysokiej zasadowości towarzyszył brak kwasowości mineralnej (tabela II). Wody monolimnionu pozbawione były tlenu rozp., towarzyszyły temu ogromne ilości żelaza ($640-910 \text{ mg Fe/dm}^3$), amoniaku ($47,7 - 125 \text{ mg N/dm}^3$), brak azotanów oraz stosunkowo znaczne ilości fosforanów ($0,192 - 0,330 \text{ mg P/dm}^3$). Wody monolimnionu charakteryzował ponadto znaczny stopień zmineralizowania, co znalazło swoje odbicie w dużych stężeniach siarczanów ($1300-1750 \text{ mg SO}_4/\text{dm}^3$), wysokich zawartościach wapnia i magnezu, wysokiej zasadowości og., średniej twardości og. oraz podwyższonym przewodnictwie (tab. II).

Stwierdzone różnicowanie składu chemicznego wody w profilu pionowym zbiornika wskazuje na podziemne jego zasilanie wodami typu wodorowęglowo-wapniowego. Dopływ tych wód spowodował zmianę odczynu wód monolimnionu z silnie kwaśnego na słabo kwaśny. Proces dalszych przemian fizyczno-chemicznych wody w tym zbiorniku trwa.

Skład chemiczny wód powierzchniowych trzech dalszych zbiorników (nr 40, 42 i 43), leżących w pobliżu wsi Chwaliszowice cechował niski odczyn (2,9 - 3,1 pH), obecność kwasowości mineralnej, brak zasadowości og., wysoka zawartość żelaza og. ($11,4-20,5 \text{ mg Fe/dm}^3$) i amoniaku ($5,9-11,6 \text{ mg N/dm}^3$). Są to zbiorniki acidotroficzne (tab. III).

Zbiornik nr 37, położony na północny wschód od wsi Gniewoszowice stanowi podstawowe źródło wody prawobrzeżnego dopływu rzeki Chwaliszówki (rys. 1).

Skład chemiczny wody tego zbiornika różni się zasadniczo od wód zbiorników omówionych wyżej, a przede wszystkim znacznie wyższym odczynem wody (pH 6,6), brakiem kwasowości mineralnej i niską zawartością żelaza og. ($0,07 \text{ mg Fe/dm}^3$). Twardość og. wynosiła $4,1 \text{ mval/dm}^3$ co kwalifikuje wodę tego zbiornika do grupy wód o średniej twardości.

Zawartość kationów:

- sodu,
- potasu,
- wapnia,
- magnezu,

niska (tab. III), charakterystyczna dla wód słabo zmineralizowanych i czystych.

Niska utlenialność ($5,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$) wskazuje na niską produkcję pierwotną w tym zbiorniku. Czynnikiem ograniczającym rozwój biomasy glonów nie był azot mineralny, czego dowodem były stwierdzone ilości soli amonowych ($0,42 \text{ mg N/dm}^3$) i azotanów ($1,58 \text{ mg N/dm}^3$).

4.2. Fizyczno-chemiczne cechy wód rzeki Chwaliszówki i jej dopływów

Chwaliszówka w górnym przyródłowym odcinku (stan 1) miała wodę o niskim odczynie (pH 3,5), wykazała obecność kwasowości mineralnej, pozbawiona była zasadowości. Ponadto zawierała podwyższone ilości żelaza og. ($8,3 \text{ mg Fe/dm}^3$) i siarczanów, była dobrze natleniona.

Dopływ ze zbiornika nr 38 (stan 2) charakteryzował niski odczyn (pH 3,3), wysoka kwasowość min. ($3,4 \text{ mval/dm}^3$), brak zasadowości og., wysoka zawartość żelaza og. ($28,6 \text{ mg Fe/dm}^3$), podwyższona ilość magnezu, soli amonowych i siarczanów oraz dobre natlenienie.

Chwaliszówkę poniżej rowu odprowadzającego wody ze zbiornika nr 38 (stan 3), cechowało w stosunku do stanowiska 1 nieznaczne obniżenie odczynu wody, wzrost kwasowości min., żelaza og. i soli amonowych. Stwierdzono znaczący wpływ zbiornika nr 38 na skład chemiczny wód tej rzeczki (tab. I).

Lewobrzeżny dopływ (stan 4) charakteryzował się niskim odczynem wody (pH 3,3), wysoką (najwyższą spośród pobranych prób) kwasowością mineralną ($4,8 \text{ mval/dm}^3$), dużą zawartością żelaza og. (44 mg Fe/dm^3), podwyższoną zawartością soli amonowych ($2,92 \text{ mg N/dm}^3$) i azotanów ($2,60 \text{ mg N/dm}^3$). Obecność piany na powierzchni wody, wysoka utlenialność ($17,7 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$) oraz obniżona zawartość tlenu rozp. ($4,6 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$), wskazują na zanieczyszczenie tego cieką (tab. I).

Skład chemiczny wody rzeki Chwaliszówki poniżej ujścia lewobrzeżnego dopływu (stan 5) nie wykazał istotnych różnic w porównaniu ze stanowiskiem 3 (tab. I). Przyczyną tego stanu były małe ilości wód ($3,5 \text{ dm}^3/\text{sek}$) odprowadzane wyżej scharakteryzowanym dopływem (stan 4).

Prawobrzeżny dopływ (stan 6) zasilający w sposób znaczący Chwaliszówkę ($28,1 \text{ dm}^3/\text{sek}$), charakteryzował się słabo kwaśnym odczynem wody (pH 5,8), brakiem kwasowości min., bardzo niską zasadowością og. ($0,9 \text{ mval/dm}^3$) i twardością og. ($2,1 \text{ mval/dm}^3$), stosunkowo niską zawartością żelaza ($2,0 \text{ mg Fe/dm}^3$) i soli amonowych ($0,32 \text{ mg n/dm}^3$) oraz bardzo niską zawartością wapnia (18 mg Ca/dm^3). Woda słabo zmineralizowana o bardzo niskiej zdolności buforowej (tab. I).

Skład chemiczny wody rzeki Chwaliszówki poniżej prawobrzeżnego dopływu (stan 7) przedstawia tab. I. W stosunku do stanowiska 5 stwierdzono nieznaczny wzrost odczynu, niewielkie obniżenie kwasowości min., twardości og., siarczanów, soli amonowych, żelaza og., manganu, wapnia i magnezu.

Chwaliszówka w Żarkach Wielkich (stan 8) wykazała wzrost odczynu wody do 4,0 pH, nieznaczne obniżenie kwasowości min. i zawartości tlenu rozp. Wartości pozostałych wskaźników fizyczno-chemicznych utrzymywały się na zbliżonym poziomie (tab. I).

Skład chemiczny wody przy ujściu do Nysy Łużyckiej (stan 9) w stosunku do stanowiska 8 charakteryzował się nieznacznym wzrostem odczynu do 4,2 pH i obniżeniem kwasowości min. do $0,6 \text{ mval/dm}^3$. Nieznaczny wzrost stężeń soli amonowych i chlorków oraz zmniejszenie zawartości tlenu rozp., może wskazywać na niewielki dopływ zanieczyszczeń z gospodarstw domowych i wiejskich.

4.3. Osady dennie rzeki Chwaliszówki i jej dopływów

Osady dennie rzeki Chwaliszówki i jej dopływów miały charakter wybitnie mineralny, zawartość związków mineralnych wahała się od 91,2 do 97,2 %. Stężenie węgla org. i azotu org. wskaźników zawartości substancji organicznych nie były adekwatne do ilości substancji lotnych (straty po prażeniu). Węgiel organiczny utrzymywał się w przedziale od 0,89 do 1,37 %, znacznie większe zróżnicowanie stwierdzono w przypadku azotu organicznego: od 0,005 do 0,634 % (tab. IV). Badane osady charakteryzowały się dużą zawartością żelaza og. od 0,850 do 1,14 % i bardzo niskim stężeniem wapnia od 0,011 do 0,11 %. Stężenia fosforu og. wystąpiły w układzie trudnym do wyjaśnienia: stanowiska 5, 6 i 7 od 0,113 do 0,135 % P, stanowiska pozostałe od 0,011 do 0,027 % P.

Ilości manganu wahały się od 10 do 39 ppm Mn z wyjątkiem stanowiska 6 wykazującym aż 270 ppm.

Stężenia potasu wahały się od 0,019 do 0,064 % K, w trzech przypadkach były wyższe od stężeń wapnia (tab. IV). Zawartości sodu wynosiły od 0,005 do 0,011 % Na, wykazując tym samym słaby stopień zróżnicowania.

Śród 5-ciu oznaczanych metali ciężkich najmniejsze ilości stwierdzono w przypadku kadmu (0,19-2,7 ppm), pozostałe wystąpiły w większych ilościach i w szerszych przedziałach wahań: nikiel 3,8-18,6 ppm, cynk 1,9-25 ppm, miedź 4,3-67 ppm, ołów 0,8-46 ppm. Najmniejsze ilości metali ciężkich wystąpiły w osadach na stanowisku 1 (17,19 ppm), zaś największe na stanowisku 7 (107,15 ppm) tab. IV.

4.4. Peryfiton rzeki Chwaliszówki i jej dopływów

W przyródowym odcinku rzeki Chwaliszówki (stan 1) w największej ilości występowały: okrzemka - *Eunotia exigua* i euglenina - *Euglena mutabilis* (tab. V). Obecne były również bakterie, grzyby, bezbarwne wiciowce oraz w niewielkich ilościach, okrzemka - *Eunotia lunaris*, zielenice z rodzaju *Chlamydomonas*, zielenice nitkowate, orzęski i larwy Chironomidae.

W dopływie ze zbiornika nr 38 (stan 2) dominowały te same gatunki: okrzemka - *Eunotia exigua* i euglenina - *Euglena mutabilis*. Poza bakteriami i grzybami, pozostałe organizmy tj. zielenice z rodzaju *Chlamydomonas*, orzęski i larwy Chironomidae obecne były w bardzo małych ilościach. Interesujące jest występowanie w peryfitonie na tym stanowisku grzyba *Anguilliospora longissima* - gatunku charakterystycznego dla wód alfa-mezosaprobnych.

W trzech Chwaliszówce poniżej rowu odprowadzającego wody ze zbiornika nr 38 (stan 3) najliczniejszymi gatunkami były również okrzemka - *Eunotia exigua* i euglenina - *Euglena mutabilis*. Stwierdzono także obecność bakterii (w tym żelazowych z rodzaju *Gallionella*), grzybów, bezbarwnych wiciowców oraz w niewielkich ilościach okrzemki *Eunotia lunaris*, zielenic z rodzaju *Chlamydomonas*, zielenic nitkowatych, orzęsków i larw Chironomidae.

Lewostronny dopływ rzeki Chwaliszówki (stan 4) charakteryzował się stosunkowo najuboższym składem gatunkowym peryfitonu. Dominowały te same co na poprzednich sta-

nowiskach: organizmy - okrzemka *Eunotia exigua* i euglemina - *Euglena mutabilis*. Poza niezidentyfikowanymi bakteriami, grzybami i bezbarwnymi wiciowcami pozostałe wyróżnione grupy systematyczne tj. zielenice z rodzaju *Chlamydomonas*, orzęski i larwy *Chironomidae* reprezentowane były przez pojedyncze gatunki i nieliczne osobniki.

Poniżej ujścia lewobrzeżnego dopływu (stan 5) skład gatunkowy peryfitonu rzeki Chwaliszówki był bardziej zróżnicowany w porównaniu ze składem gatunkowym tej formacji ekologicznej na stanowisku 3. Dominowały: okrzemka *Eunotia exigua* i euglemina - *Euglena mutabilis*. Ponadto występowały bakterie (w tym bakterie żelazowe z rodzaju *Gallionella*), grzyby, bezbarwne wiciowce, oraz w niewielkich ilościach okrzemka *Eunotia lunaris*, zielenice z rodzaju *Chlamydomonas*, zielenice nitkowate, orzęski, wrotki i larwy *Chironomidae*. Jest to najdalej wysunięte w górę rzeki stanowisko, na którym stwierdzono obecność wrotków i jedyne stanowisko, na którym występowała zielenica *Microspora amoena*.

W prawobrzeżnym dopływie rzeki Chwaliszówki (stan 6) stwierdzono najbardziej zróżnicowaną pod względem składu gatunkowego biocenozę. Dominującym gatunkiem, występującym ponadto masowo była okrzemka *Eunotia exigua*. Duża liczebność tego gatunku wiąże się prawdopodobnie z niewielką zawartością wapnia w wodzie tego dopływu (okrzemka *Eunotia exigua* jest organizmem unikającym wapnia, (Mikulski 1974)). We względnie dużych ilościach obecne były także larwy *Chironomidae*. Na stanowisku tym stwierdzono również występowanie bakterii (w tym bakterii żelazowych z rodzaju *Gallionella* i *Lep-tothrix*), grzybów (w tym *Anguillospora longissima*), okrzemek *Eunotia lunaris* i *Navicula* sp., zielenic z rodzaju *Chlamydomonas*, zielenic nitkowatych, bezbarwnych wiciowców, orzęsków i wrotków.

Skład ilościowy i jakościowy peryfitonu rzeki Chwaliszówki poniżej ujścia prawobrzeżnego dopływu (stan 7) był prawie taki sam jak na stan. 5. W mniejszej ilości występowała jedynie *Euglena mutabilis* i nie stwierdzono nitkowatej zielenicy *Microspora amoena*.

W rzece Chwaliszówce w Żarkach Wielkich (stan. 8) najliczniejszym gatunkiem była okrzemka *Eunotia exigua*. Obecne były również bakterie (w tym bakterie żelazowe z rodzaju *Gallionella*), grzyby, bezbarwne wiciowce oraz w stosunkowo niewielkiej ilości, okrzemki *Eunotia lunaris*, *Nitzschia thermalis* var. *minor*, zielenice z rodzaju *Chlamydomonas*, zielenice nitkowate, orzęski, wrotki i larwy *Chironomidae*.

Przy ujściu rzeki Chwaliszówki do rzeki Nysy Łużyckiej (stan 9) skład jakościowy ulegał nieznacznym w porównaniu ze stan. 7, zmianom. Dodatkowo pojawiły się wrotki z rodzaju *Philodina*.

5. Dyskusja

Odczyn większości wód naturalnych mieści się w granicach od 6,5 do 8,5 pH. Spotyka się również wody naturalne, których odczyn znacznie odbiega od podanego wyżej przedziału. Np. wody podziemne o dużej zawartości dwutlenku węgla, wody spływające z obszarów ubogich w wapń oraz wody pochodzące z torfowisk mają odczyn w granicach od 4,5 do 6,5 pH. Przyczyną tak dużego zróżnicowania odczynu jest różna zawartość w tych wodach dwutlenku węgla wolnego i związanego (wodorowęglany).

Wody kwasne mogą wystąpić także w wyniku ich zanieczyszczenia ściekami i odpadami przemysłowymi. Ostatnio wiele uwagi poświęca się oddziaływaniu zanieczyszczeń atmosferycznych (SO_2 , NO) na odczyn gleb i wód powierzchniowych (Wróbel 1985). Znany jest problem acidyfikacji jezior skandynawskich wywołany "kwaśnymi deszczami". Np. w jeziorze Gardjson (Szwecja), będącym obiektem szerokich badań ekologicznych, stwierdzono obniżenie odczynu wody do 4,7 pH (Anderson i Ollson 1985).

W przypadku rzeki Chwaliszówki odczyn wody w dniu badań (10.XI.1986) wahał się od 3,4 do 4,2 pH (tab. I). Przyczyną bezpośrednią tak silnego obniżenia odczynu wód tej rzeczki był dopływ wód kwaśnych ze zbiorników powstałych na obszarze powyrobowym po węglu brunatnym. Tego typu zbiorniki znajdują się na zachód od Nysy Łużyckiej, będąc obiektem szczególnego zainteresowania badaczy NRD (Müller 1959, Pietsch 1979a,b). Występują one także w innych częściach świata np. w Stanach Zjednoczonych (Dugan 1972). Zasadniczym czynnikiem powodującym zanieczyszczenie wód tych zbiorników jest piryt (FeS_2). Jego utlenienie i dalsze przemiany, w których udział biorą bakterie z grupy *Thiobacillus - Ferrobacillus* prowadzą po powstania: Fe^{3+} , H^+ , SO_4^{2-} i energii w formie elektronów wykorzystanej przez w/w bakterie acidofilne (Tuttle i inni 1969, Dugan i inni 1970). Stężenie jonów wodorowych tych wód osiąga wartość ok. 2,3 pH, a w wyjątkowych przypadkach 1,8 pH (Dugan 1972).


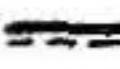
Dwuletnie badania rzeki Chwaliszówki i jej dopływów przeprowadzone przez Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska wykazały, że odczyn wody w końcowym odcinku (stan. 9) wahał się od 3,1 do 4,3 pH (tab. 1). Powyższe stwierdzenie dowodzi znacznej zmienności składu chemicznego wód zasilających ją zbiorników i wód opadowych (teren pagórkowaty).

Stężenie jonów wodorowych należy do istotnych czynników decydujących o życiu organizmów. Obniżenie odczynu wody poniżej 5,0 pH powoduje eliminację większości organizmów. Wg danych Ministerstwa Rolnictwa w Szwecji, w wodach o odczynie poniżej 4,5 pH ryby giną (Wróbel 1985). We wspomnianym jez. Gardjson, którego odczyn wody wynosił 4,7 pH, ryby praktycznie nie występowały. Spośród organizmów zooplanktonowych stwierdzono np. obecność niektórych gatunków wrotków (z rodzaju *Keratella*, *Foliarthra* i *Ascomorpha*) i skorupiaków (*Eudiaptomus gracilis* i *Bosmina coregoni*); na podkreślenie natomiast zasługuje fakt ustąpienia okrzemek (Andersson i Ollson 1985).

Biorąc pod uwagę warunki fizyczne i chemiczne w rzece Chwaliszówce w dniu przeprowadzonych badań (temperatura: 5,3-7,2°C, odczyn: 3,4-4,2 pH i inne) rozwój życia biologicznego w tej rzece ucinany na podstawie składu gatunkowego peryfitonu (tab. V), należy uznać za typowy dla występujących w tym rejonie wód acidotroficznych (Matejczuk 1986). W skład tej formacji ekologicznej wchodzi stosunkowo niewielka ilość gatunków, nawet jeżeli weźmie się pod uwagę, że w niniejszej pracy przyjęto dość szeroki zakres pojęcia peryfiton. Czynnikiem ograniczającym rozwój organizmów poroślowych w rzece Chwaliszówce są nie tylko właściwości fizyczno-chemiczne wody ale również występowanie na potencjalnych podłożach stosunkowo dużej ilości wytrąconego wodorotlenku żelazowego. Na powierzchniach pokrytych tym osadem ilości organizmów były bowiem znacznie mniejsze niż na powierzchniach odsłoniętych.



OBJAŚNIENIA:

-  - zbiorniki wodne
- ① - stanowisko poboru prób wody, osadów, peryfitonu
- 38-49 - nr nr zbiorników
-  - granica zlewni

Rys. 1. Zlewnia rzeki Chwaliszówki
(Skala 1:25000)

FIZYCZNO-CHEMICZNA CHARAKTERYSTYKA WÓD RZ. CHWALISZÓWKI I JEJ DOPŁYWÓW

Lp.	Wskaźnik	Nz próby	1	2 ^{*)}	3	4 ^{*)}	5	6 ^{*)}	7	8	9	8 ^{**)}
1.	Przepływ wody	dm ³ /sek	22,0	38,6	60,4	3,4	63,8	28,1	92,5	-	-	-
2.	Temperatura	°C	5,3	6,5	6,5	8,0	7,0	6,7	6,9	7,0	7,0	-
3.	Barwa	mg Pt/dm ³	5	18	15	20	20	10	20	25	20	5-20
4.	Odczyn	pH	3,5	3,3	3,4	3,3	3,5	5,8	3,6	4,0	4,2	3,1-4,3
5.	Przewodnictwo	s m ⁻¹	0,052	0,066	0,069	0,073	0,061	0,013	0,047	0,043	0,037	-
6.	Tlen rozp.	mg O ₂ /dm ³	10,7	10,2	10,5	4,6	10,0	8,4	11,2	9,8	8,8	8,7-11,7
7.	Nasylenie tlenem	% O ₂	87,1	85,6	88,2	40,1	85,0	70,9	95,0	83,3	74,8	75,2-94,5
8.	Kwasowość ogólna	mval/dm ³	0,9	3,7	1,9	6,7	1,8	0,5	2,0	1,5	0,9	-
9.	Kwasowość min.	mval/dm ³	0,8	3,4	1,7	4,8	1,7	0,0	1,3	1,0	0,6	0,3-2,1
10.	Zasadowość	mval/dm ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	-
11.	Twardość ogólna	mval/dm ³	6,0	8,1	7,7	4,3	6,1	2,1	5,6	5,5	5,4	3,2-4,7
12.	Sole amonowe	mg N/dm ³	0,50	1,72	1,70	2,92	1,78	0,32	1,68	1,32	1,80	0,5-5,0
13.	Azotyny	mg N/dm ³	0,001	0,013	0,010	0,015	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	-
14.	Azotany	mg N/dm ³	0,40	0,54	0,60	2,60	0,56	0,52	0,52	0,48	0,50	-
15.	Fosfor. min.	mg P/dm ³	0,005	0,003	0,040	0,003	0,011	0,022	0,020	0,040	0,028	-
16.	Chlorki	mg Cl/dm ³	15	29	18	12	16	16	17	16	25	10 - 22
17.	Siarczany	mg SO ₄ /dm ³	110	200	155	160	155	22	112	108	110	119-248
18.	Żelazo og.	mg Fe/dm ³	8,3	28,6	28,5	44,0	32,0	2,0	25,3	23,2	20,8	6,0-24,0
19.	Mangan	mg Mn/dm ³	0,63	1,45	1,00	0,68	0,86	0,22	0,64	0,68	0,77	0,5-2,0
20.	Sód	mg Na/dm ³	6	7	7	5	7	7	7	7	6	-
21.	Potas	mg K/dm ³	7	6,5	6	5	5	5	6	6	7	-
22.	Wapń	mg Ca/dm ³	42	59	58	16	49	18	35	34	42	41-59
23.	Magnez	mg Mg/dm ³	41	48	43	24	38	14	34	34	39	9-28
24.	ChZT	mg O ₂ /dm ³	6,5	8,8	13,0	26,8	14	5,8	11,6	10,2	27,2	-
25.	Utlenialność	mg O ₂ /dm ³	2,9	4,7	5,2	17,7	5,5	3,0	4,4	4,4	4,6	4,4-6,8

*) dopływy

**) wyniki comiesięcznych badań (zakres zmian) prowadzonych przez Woj. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska w Zielonej Górze w latach 1978-79.

FIZYCZNO-CHEMICZNA CHARAKTERYSTYKA WÓD ZBIORNIKA NR 38 W PROFILU PIONOWYM

Tabela II

Lp.	Wskaźnik	Głębokość, m	0	1	3	5	7	9	11	13	14	15	16,5
1.	Temperatura $^{\circ}\text{C}$		22,9	22,4	18,6	12,4	9,8	9,0	8,5	8,5	8,7	8,8	9,2
2.	Barwa mg Pt/dm ³		15	15	15	20	37	37	37	37	40	40	40
3.	Odczyn pH		3,1	3,1	3,1	3,0	2,9	5,9	6,0	6,0	6,1	5,6	5,4
4.	Przewodnictwo $\text{s}^{\text{m}-1}$		0,129	0,117	0,129	0,136	0,138	0,156	0,264	0,314	0,332	0,338	0,344
5.	Tlen rozp. mg O_2/dm^3		9,0	8,4	9,9	11,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.	Nasylenie tlenem % O_2		107,0	99,2	109,0	108,3	3,6	-	-	-	-	-	-
7.	Kwasowość org. mval/dm ³		2,6	2,4	2,6	2,6	6,2	9,4	13,7	14,0	14,7	15,5	16,7
8.	Kwasowość min. mval/dm ³		2,1	2,0	2,1	1,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9.	Zasadowość org. mval/dm ³		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	15,6	17,3	17,2	18,3	22,6
10.	Twardość og. mval/dm ³		5,4	4,8	5,0	4,9	7,4	11,2	13,9	14,7	16,1	16,2	17,0
11.	Sole amonowe mg N/dm ³		2,3	2,7	2,7	2,8	2,9	47,7	86,0	96,4	76,0	73,5	125
12.	Azotyny mg N/dm ³		0,029	0,018	0,027	0,070	0,005	0,009	0,002	0,003	0,002	0,006	0,006
13.	Azotany mg N/dm ³		0,41	0,42	0,49	0,46	0,74	0,15	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
14.	Fosforany mg P/dm ³		0,003	0,000	0,000	0,005	0,192	0,210	0,287	0,330	0,291	0,228	0,263
15.	Chlorki mg Cl/dm ³		24	24	14	12	12	12	12	14	42	24	18
16.	Siarczany mg SO_4/dm^3		257	242	271	245	743	1300	1460	1500	1510	1650	1750
17.	Żelazo og. mg Fe/dm ³		10,5	13	17	16	220	640	730	750	740	850	910
18.	Mangan mg Mn/dm ³		2,0	3,1	4,6	4,6	4,6	3,3	3,9	6,3	17,1	3,8	3,8
19.	Sód mg Na/dm ³		4,7	5,9	5,6	7,7	5,9	7,3	6,6	6,3	8,4	6,3	7,3
20.	Potas mg K/dm ³		4,2	4,9	4,9	5,2	6,2	9,9	11,5	12,3	12,8	13,2	16,0
21.	Wapń mg Ca/dm ³		50,0	54,2	54,2	54,2	91,6	154	187	192	208	208	233
22.	Magnez mg Mg/dm ³		33,8	26,4	27,0	26,4	34,3	42,5	53,9	67,1	69,3	70,2	64,8
23.	Utlenialność mg O_2/dm^3		5,2	7,0	9,0	5,4	28,4	50	64	92	93	126	140
24.	ChZT mg O_2/dm^3		22,4	26,1	26,1	93,3	37,3	112	142	130	134	145	179

FIZYCZNO-CHEMICZNA CHARAKTERYSTYKA WÓD KILKU ZBIORNIKÓW W ZLEWNI RZ. CHWALISZÓWKI

Lp.	Wskaźnik	Zbiornik (nr)	37	40	42	43
1.	Temperatura	°C	23,7	23,0	22,0	22,9
2.	Barwa	mg Pt/dm ³	20	12	12	10
3.	Odczyn	pH	6,6	2,9	3,1	2,9
4.	Tlen rozp.	mg O ₂ /dm ³	9,9	6,8	5,7	8,0
5.	Nasylenie tlenem	% O ₂	119,4	81,1	66,8	95,2
6.	Kwasowość og.	mval/dm ³	0,30	3,2	3,6	4,0
7.	Kwasowość min.	mval/dm ³	0,00	2,3	3,0	2,8
8.	Zasadowość og.	mval/dm ³	0,5	0,0	0,0	0,0
9.	Twardość og.	mval/dm ³	4,1	8,1	8,2	7,7
10.	Sole amonowe	mg N/dm ³	0,42	5,8	11,6	7,5
11.	Azotyny	mg N/dm ³	0,014	0,031	0,040	0,036
12.	Azotany	mg N/dm ³	1,58	0,32	0,40	0,32
13.	Żelazo og.	mg Fe/dm ³	0,075	11,4	17,0	20,3
14.	Sód	mg Na/dm ³	3,9	6,6	6,3	11
15.	Potas	mg K/dm ³	6,5	4,9	5,2	9,9
16.	Wapń	mg Ca/dm ³	54	67	79	79
17.	Magnez	mg Mg/dm ³	17	58	52	45
18.	Utlenialność	mg O ₂ /dm ³	5,5	6,4	5,2	4,6

Tabela IV.

SKŁAD CHEMICZNY OSADÓW DENNYCH RZ. CHWALISZÓWKI I JEJ DOPŁYWÓW

Lp.	Wskaźnik	Nr próby								
		1	2 ^{x)}	3	4 ^{x)}	5	6 ^{x)}	7	9	
1.	Odczyn pH	3,6	3,8	4,0	2,6	3,2	5,2	4,1	4,2	
2.	Związki mineralne, %	97,0	91,2	97,2	96,5	33,2	91,2	94,1	94,1	
3.	Straty po prażeniu, %	3,0	8,8	2,8	3,5	6,8	8,8	5,9	5,9	
4.	Węgiel og. (C og.) %	0,87	0,89	0,89	1,33	1,37	1,36	1,10	1,09	
5.	Azot og. (N) %	0,005	0,196	0,005	0,005	0,634	0,196	0,094	0,010	
6.	Fosfor całk. (P) %	0,011	0,013	0,023	-	0,135	0,117	0,113	0,027	
7.	Żelazo og. (Fe) %	0,850	0,860	0,930	0,980	1,140	0,970	1,040	0,880	
8.	Sód (Na) %	0,005	0,008	0,005	0,007	0,011	0,011	0,009	0,006	
9.	Potas (K) %	0,019	0,064	0,033	0,021	0,029	0,054	0,051	0,033	
10.	Wapń (Ca) %	0,013	0,011	0,022	0,055	0,090	0,110	0,100	0,029	
11.	Mangan (Mn) ppm	31	17	18	10	17	270	39	20	
12.	Cynk (Zn) ppm	2,9	5,1	3,9	1,9	6,4	25	9,8	8,2	
13.	Miedź (Cu) ppm	4,3	10,0	10,0	5,6	52	14	67	14	
14.	Ołów (Pb) ppm	0,8	24	3,9	16	17	46	20	1,3	
15.	Kadm (Cd) ppm	0,19	0,38	0,39	0,34	0,46	2,7	0,55	0,50	
16.	Nikiel (Ni) ppm	9,0	10,0	13,7	3,8	18,6	14,2	9,8	14,5	
17.	Suma metali ciężkich ppm	17,19	49,48	29,57	38,24	94,46	101,19	107,15	38,50	

x) dopływy

SKŁAD GATUNKOWY PERYFITONU RZ. CHWALISZÓWKI I JEJ DOPŁYWÓW

Organizmy	Stacjiska	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BACTERIA										
	<i>Gallionella</i> sp.	-	-	+	-	+	+	+	+	+
	<i>Leptothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	Bacteria n. det.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MYCOPHYTA										
	<i>Anguillospora longissima</i> (SAC. et SYD.) INCILO	-	+	-	-	-	+	-	-	-
	Mycophyta n. det.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BACILLARIOPHYCEAE										
	<i>Eunotia exigua</i> (KÜTZ.) RABENH.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>E. lunaris</i> (EHRENB.) GRUN.	+	-	+	-	+	-	+	+	+
	<i>Nitzschia thermalis</i> var. minor MILSE	-	+	-	-	-	-	-	+	+
	<i>navicula</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-
EUGLENOPHYTA										
	<i>Eiglena mutabilis</i> SCHMIDZ	+	+	+	+	+	-	+	-	-
CHLOROPHYTA										
	<i>Chlamydomonas sphagnophila</i> PASCH	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	<i>Chlamydomonas</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Microspora amoena</i> (KÜTZ.) RABENH	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	Chlorophyta (filamentosa) n. det.	+	-	+	-	+	+	+	+	+
FLAGELLATA APOCHROMATICA n. det.										
CILIATA										
	<i>Vorticella</i> sp.	+	+	+	-	+	+	+	+	+
	Ciliata n. det.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ROTATORIA										
	<i>Philodina</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Rotatoria n. det.	-	-	-	-	+	+	+	+	+
DIPTERA										
	<i>Chironomus</i> f. l. plimosus.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Chironomidae n. det.	+	+	+	-	+	+	+	+	+

+ obecność stwierdzona, - obecność nie stwierdzona

w peryfitonie rzeki Chwaliszówka podobnie jak w acidotroficznym zbiorniku, z którego wypływa, dominują trzy gatunki:

- okrzemka - *Eunotia exigua*,
- euglenina - *Euglena mutabilis*,
- larwy *Chironomus plumosus*.

Dwa pierwsze gatunki zaliczane są do organizmów acidofilnych (Berg, Peterson, 1958; Fot, 1956; Huber-Pestalozzi, 1958; Langworthy, 1970; Popova, 1966); natomiast trzeci jest organizmem euryhalnym (Popowicz, 1958). Występuje on w środowiskach eutroficznym ale jeżeli stężenie wynosi ponad 5,0 pH gatunek ten nie przechodzi do pełnego przedstawienia zupełnego skłonu.

Obecność pozostałych gatunków w środowiskach acidotroficznym jest przypuszczalnie przypadkowa. Nie należy jednak zapominać, że wśród niezidentyfikowanych (nieznanym do gatunku) organizmów stwierdzonych w rzece Chwaliszówce, a zwłaszcza wśród bezbarwnych widocznym, bakterii i grzybów, które były w tej grupie organizmów stwierdzono na jej zlewnicy znajdować się gatunki acidofilne. Na przykład wiadomo, że grzyby w rodzaju *Penicillium* występują w środowiskach o kwaszynie wynoszącej od 3 do 10 pH (Langworthy, 1970). Wśród grzybów wyizolowanych ze zbiornika, z którego wypływa rzeka Chwaliszówka ok. pH 5 należało to tego właśnie rodzaju (Matejczuk, 1986). Przyszłością grzybom występującym w rzece Chwaliszówce należałoby poświęcić znacznie więcej uwagi. Są to bowiem organizmy mające przypuszczalnie największy udział w destrukcji allochtonicznych substancji organicznych napływających do rzeki w formie opadu ilości. Wielkość tego opadu do podobnych cieków może wynosić do 1 kg/m² (Hynes et al., 1970). W warunkach acidotrofii ujemny wpływ niskiego odczynu na skład gatunkowy i aktywność metaboliczną grzybów wodnych jest znoszony w pewnym stopniu dzięki obecności w wodzie soli żelaza, wapnia i siarki (Dudka, 1985).

Na uzyskane wyniki badań biologicznych wpłynął również termin ich przeprowadzenia (okres późnej jesieni) i związane z nim niskie temperatury, utrzymujące się w przedziale 5,3-6,0°C (tab. 1).

Zakładając, że rozwój ontogenetyczny zbiorników acidotroficznym prowadzić będzie do przekształcenia ich wód z typu siarczanowo-wapniowego w typ wodorowęglanowo-wapniowy (Matejczuk, 1986), należy oczekiwać w przyszłości stosowanych zmian także składu chemicznego i biologicznego wód w rzece Chwaliszówce.

6. Literatura

- [1] Andersson F., Ollson B. 1985 - Lake Gardjön. An acid forest lake and its catchment. *Ecological Bulletins*, 37, 1-336.
- [2] Barnett H.L., 1961 - *Illustrated genera of Fungi Imperfecti*. Burgess Publishing Co., Minneapolis.
- [3] Berg K., Peterson C. - 1958 - *Studies on the humic Acid Lake Gribbs*. *Folia Limnologia Scandinavica* No 8. København.

- [4] Dudka I.A. 1985 - Wodnyje niesowierszennyje gryby. *LSSR. Naukowa Dumka, Kijew.
- [5] Dugan P.R. 1972 - Biochemical ecology of water pollution. Plenum Press. New York - London, 1-159.
- [6] Dugan P.R., Macmillan C.B., Pfister R.M. 1980 - Aerobic heterotrophic bacteria indigenous to pH 2.8 acid mine water: Microscopic examination of acid streamers. J. Bacteriol, 101, 973-981. Predominant slime producing bacteria in acid streamers. 101, 982-988.
- [7] Fot B. 1956 - Flagellata extreme kyselych vod. Preslia, 28, 145-150.
- [8] Häusler J. 1982 - Schizomycetes (Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 20) VEB Gustav Fischer Verlag. Jena.
- [9] Hermanowicz W., Dożańska W., Dojlido I., Koziorowski B. - 1976 - Fizyczno-chemiczne badania wody i ścieków. Wyd. Arkady, Warszawa.
- [10] Huber-Pestalozzi G. 1961 - Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Volvaceales (Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. 5 Teil.) E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.
- [11] Huber Pestalozzi G. 1969 - Euglenophyceen. Das Phytoplankton des Süßwassers. 4. Teil. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller) Stuttgart.
- [12] Hynes H.B.N. 1970 - The Ecology of running waters. Liverpool Univ. Press, Liverpool, 555 p.
- [13] Kahl A. 1935 - Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). 4. Peritricha Chonotricha (Die Tierwelt Deutschlands. 30 Teil) Jena, Verlag von Gustav Fischer.
- [14] Kozacki L. 1978 - Jeziora antropogeniczne, ich wpływ na środowisko geograficzne i możliwości zagospodarowania. Symp. Naukowe: „Jeziora Ziemi Lubuskiej ich wykorzystanie i ochrona przed zanieczyszczeniem”, Zielona Góra-Lagów, 18-19 maja 1976, 141-150.
- [15] Langworthy T.A. 1978 - Microbial life in extreme pH values. In: Microbial life in extreme environments. Ed. Kaushner D.J. - Academic Press, London.
- [16] Matejczuk W. 1986 - Charakterystyka ekologiczna zbiorników wodnych w wyrobiskach poeksploatacyjnych węgla brunatnego (rozprawa doktorska) Wrocław, Politechnika Wrocławska (msc).
- [17] Mikulski J.S., 1974 - Biologia wód śródlądowych. PWN Warszawa s. 434.
- [18] Müller H., 1958 - Die fischereiliche Nutzbarmachung der Restgewässer des Braunkohlenbergbaus. Sitzber. DALW Berlin 7, 18: 1-41.
- [19] Müller H., 1961 - Zur Limnologie der Restgewässer der Braunkohlenbergbaues. Verb. Internat. Verein. Limnol., XIV: 850-854.

- [20] Pietsch W., 1979 - a. Zur hydrochemischen Situation der Tagebaurestgewässer des Lausitzer Braunkohlen-Revieres. Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 19, 2: 97-115.
- [21] Pietsch W., 1979, b. Klassifizierung und Nutzungsmöglichkeiten der Tagebaugewässer des Lausitzer Braunkohlen-Revieres. Arch. Naturschutz und Landschaftsforsch. 19, 3: 187-215.
- [22] Popova T.G., 1966 - Ewglenowyje wodorosli (Flora sporowych rastienij. SSSR. T. VIII). Izd. Nauka. Moskwa-Leningrad.
- [23] Romaniszyn W., 1958 - Klucze do oznaczania owadów Polski. Cz. XXVII. Muchówki-Diptera, z. 14a: Ochotkowate-Tendipedidae (larwy), Warszawa, PWN.
- [24] Rozkosny R. (red.), 1980 - Klič vodnich larev hmyzu. Praha, Československa Akademie Ved.
- [25] Siemińska J., 1964 - Chrysophyta II. Bacillariophyceae - Okrzenki (Flora Słodkowodna Polski T. 6) PWN, Warszawa.
- [26] Solski A., Jędrzszak A., Matejczuk W., 1987 - Skład chemiczny wód zbiorników „pojezierza antropogenicznego” w rejonie Tuplice-tęknica (Zeszyty Naukowe, WSInż. Zielona Góra, w druku).
- [27] Starmach K., 1972 - Chlorophyta III. Zielenice nitkowate (Flora Słodkowodna Polski, T. 10), PWN, Warszawa-Kraków.
- [28] Starmach K., 1983 - Euglenophyta-Eugleniny (Flora Słodkowodna Polski T. 3), PWN, Warszawa-Kraków.
- [29] Tuttle J.H., Dugan P.R., Randles C.J. 1969/ Microbiol sulfate reduction and its potential utility as a water pollution abatement procedure. Appl. Microbiol. 17, 297-302.
- [30] Voight M., 1957 - Rotatorie. Die Rädertiere Mitteleuropas. Vol. 1-2. Berlin-Nikolasee, Gebrüder Borntraeger.
- [31] Wróbel S., 1985 - Acidotrofizacja wód powierzchniowych. Aura, 4, 17-18.

Prof. dr hab. Adam Solski, mgr inż. Władysław Matejczuk, dr inż. Andrzej Jędrzszak -
Wyższa Szkoła Inżynierska w Zielonej Górze.