

LIBRIS  
J. H. EDWARDS

K-47

2128  
No 511  
1094/26  
1872-1940

Odbitka z *Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa.*  
Extrait des *Archives d'Hydrobiologie et d'Ichthyologie.*  
T. II. Nr. 3-4. 1927.

---

WŁ. KULMATYCKI i J. GABAŃSKI

**BADANIA NAD WPŁYWEM ŚCIEKÓW  
OCYNKOWALNI W PARUSZOWICACH  
NA RZEKĘ RUDĘ**

**ÜBER DEN EINFLUSS DER ABWÄSSER DER VERZIN-  
KEREI IN PARUSZOWICE AUF DEN RUDAFLUSS**



SUWAŁKI  
1927







i-6312



520-000084152

*iwum Hydrobiologii i Rybactwa.*  
*es d'Hydrobiologie et d'Ichthyologie.*  
 . II, Nr. 3-4. 1927.

2007

I 6312

WŁODZIMIERZ KULMATYCKI I JÓZEF GABAŃSKI

## BADANIA NAD WPŁYWEM ŚCIEKÓW OCYNKO- WALNI W PARUSZOWICACH NA RZEKĘ RUDĘ

(ÜBER DEN EINFLUSS DER ABWÄSSER DER VERZINKEREI IN PARU-  
SZOWICE AUF DEN RUDAFLUSS)

Celem badań było stwierdzenie wpływu ścieków ocynko-  
walni huty „Silesia” w Paruszwowicach (Górny Śląsk) na zanie-  
czyszczenie wody rzeki Rudy (prawobrzeżnego dopływu Odry),  
zasilającej stawy rybne.

Dla pobrania prób do wykonania analiz, częściowo na  
miejscu, częściowo w laboratorium, obraliśmy 5 stacyj. Badania  
w terenie przeprowadziliśmy 12. IV. 1927.

### Opis położenia stacyj.

Stację I obrano powyżej fabryki, przed wpływem rzeki  
Rudy do stawu fabrycznego w Paruszwowicach. Stacja II znajdo-  
wała się przy drugim dopływie do stawu fabrycznego; dopływ ten  
stanowi mała rzeczulka, płynąca mniej więcej równolegle do  
Rudy, a czerpiąca wodę bądź ze źródeł na dnie, bądź ze spływów,  
pochodzących z terenu częściowo rolnego, częściowo leśnego i  
łąkowego. Trzecim miejscem badania (stacja III) były ścieki ocyn-  
kowni po przejściu przez urządzenia oczyszczające, w miejscu  
odpływu z ostatniego odstojnika, a bezpośrednio przed spływem  
do kanału fabrycznego, będącego częściowym odprowadzalni-  
kiem wód stawu fabrycznego, a zarazem kanałem, zasilającym  
wodą niedaleko leżące stawy rybne Zakładu dla umysłowo  
chorych w Rybniku.

1970 k 6667



Przy fabrykacji w ocynkowni huty „Silesia” poddaje się blachy żelazne prażeniu i następnie zanurzeniu w kąpeli z kwasu solnego lub siarkowego. Zużyte i nieprzydatne do dalszej fabrykacji kąpiele z kwasu solnego spływają, jako ścieki, do urządzeń oczyszczających, złożonych z szeregu odstojników. Przed pierwszym odstojnikiem następuje zmieszanie ścieków ze stale doprowadzanym mlekiem wapiennym. Mieszanina ta spływa rowem do pierwszego odstojnika, a po przejściu szeregu innych i odstaniu się, do kanału fabrycznego. Zużyta kąpiel zawiera prawie wyłącznie chlorek żelazawy, który w urządzeniach oczyszczających, natrafiwszy na duże ilości wapna, rozkłada się i wydziela wodorotlenek żelazowy, osiadający na dnie odstojników. Nieznaczna ilość wolnego kwasu solnego łączy się z nadmiarem wapna, tworząc nierozpuszczalne sole. W ten sposób przerobione ścieki spływają do kanału fabrycznego, jednak jak badanie wykazuje, oczyszczenie nie jest zupełne.

Natomiast kąpiele z kwasu siarkowego przerabia się w ocynkowni „Silesia” na siarczan żelazawy, mający duże zastosowanie w technice.

Około 30 m poniżej wpływu ścieków do kanału fabrycznego, bezpośrednio przed mostem szosowym, obrano na lewym brzegu stację IV. Woda płynie tu wartkim strumieniem, tak że nastąpiło do tego miejsca dokładne wymieszanie się ścieków z wodą kanału.

W dół biegu wody, w stronę stawów rybnych Zakładu dla umysłowo chorych w Rybniku, w niewielkiej odległości od spływu ścieków ocynkowni, znajduje się po lewej stronie kanał, kilka metrów szeroki a kilkadziesiąt metrów długi, rozpoczynający się na terenie fabrycznym, pokryty w dniu badania mieszaniną czerwono-brunatną, a nad nią płynem mętno-białym. Do tego tzw. „martwego” kanału uchodzi na terenie ocynkowni rura, z której stale płyną znaczne ilości wody, pochodzącej, według objaśnień osób miejscowych, z pól drenowanych, przyczem woda ta przechodzi poprzednio kanałem przez teren fabryki naczyń emaljowanych.

Stację V ustalono w odległości kilkuset metrów od połączenia się kanału fabrycznego z „martwym” (przy piątym mostku od strony huty), zatem przed wpływem do stawów w Rybniku.



## Protokoły badania.

Stacja I. Wyniki badania chemicznego zawiera tabela I.

W próbce, pobranej siatką planktonową, stwierdzono liczne zawiesiny piaskowego i ziemistego charakteru, jak również resztki organiczne, przyczem przeważały te ostatnie. Zawiesina organiczna zawierała resztki roślin, pancerze chitynowe owadów oraz igły szkieletowe gąbek. W próbce planktonowej stwierdzono następujące organizmy<sup>1)</sup>:

Bardzo licznie występujące: *Chlorophyceae* n. det., *Synedra* sp., *Diatomeae* n. det., *Synura uvella* Ehrbg. (b-m do o).

Licznie występujące: *Cladotrix dichotoma* Cohn. (b-m), *Oscillatoria princeps* Vauch. (m), *Spirogyra* sp. (o), *Cyphoderia ampulla* Leidy (o), *Infusoria* n. det., *Eudorina elegans* Ehrbg. (o), *Dinobryon divergens* (o), *Triarthra mystacina* Ehrbg. (m), *Notholca striata* Ehrbg. (b-m), *Monostyla lunaris* Ehrbg. (b-m), *Nauplius*.

Pojedyńczo występujące: *Oscillatoria (formosa* Bory?) (a-m), *O. (limosa* Ag.?) (b-m), *Anabaena* sp. (o), *Stigonema ocellatum* Thur., *Hapalosiphon pumilus* Kirch., *Fusarium aqaeductum* (b-m do a-m), *Mycetes* n. det., *Microspora amoena* Rabh., *Chlorosphaera angulosa* Klebs (o), *Tetraëdron raphidioides* Hansgirg., *Pediastrum* sp., *Closterium acerosum* Ehrbg. (b-m), *Closterium* sp., *Melosira varians* Ag. (b-m), *Tabellaria fenestrata* Kg., *Synedra pulchella* Kg. var. *lanceolata*, (*Fragillaria crotonensis* Kitton?), *Ceratium hirundinella* Müller—cysta (o), *Amoeba* sp., *Difflugia* sp. (o do b-m), *Quadrula (symmetrica* Schulze?), *Arcelia vulgaris* Ehrbg. (b-m do a-m), *Vorticella* sp., *Metacineteta mystacina* Ehrbg. (b-m do o-m), *Dinobryon sertularia* Ehrbg. (o), *Dinobryon* sp., *Nematodes* n. det., *Notholca acuminata* Ehrbg. (b-m), *Asplanchna (priodontonta* Gosse?) (b-m do o), *Polyarthra platyptera* Ehrbg. (b-m do o), *Anuraea aculeata* Ehrbg. var. *cochlearis* Voigt (o do b-m), *Alona rectangula* Sars., *Chironomus* sp. (zielone) (b-m).

Badanie dna wykazało, że w tym miejscu jest ono piaszczysto-żwirowe, przyczem ziarna żwiru są nader drobnych wy-

---

<sup>1)</sup> Przy podawaniu charakteru ściekowego organizmów zastosowano następujące skróty: o = oligosaprob, b-m =  $\beta$ -mezosaprob, a-m =  $\alpha$ -mezosaprob, p = polysaprob.



miarów. Zabarwienie dna jest brunatno-czerwonawe (odcień torfowy).

W próbce dennej znaleziono następujące organizmy:

Bardzo licznie występujące: *Microspora amoena* Rabh., *Synedra pulchella* Kg. var. *lanceolata*, *Oligochaeta* n. det., *Chironomus* sp. (zielone) (b-m).

Licznie występujące: *Lumbricus* sp.?, *Pristina* sp.?, *Elodea canadensis* R. et Mehx. (b-m).

Pojedyńczo występujące: *Carchesium (polypinum* Ehrbg.?) (o do b-m), *Acineta linguifera* Cl. et L. (b-m), *Bivalva* n. det., *Planorbis* sp., *Asellus aquaticus* Ol. (b-m do a-m), *Simulium* sp. (b-m do a-m), *Dicranota bimaculata* Sch., *Leptocerus* sp.?, *Trichoptera* n. det.

Stacja II. Wyniki badania chemicznego zawiera tabela I.

Przeprowadzone badanie na stacji II wykazało dno piaszczyste, z lekkim nalotem jasnego mułu. W próbce dennej (planktonowej nie pobierano) stwierdzono następujące organizmy:

Licznie występujące: *Oscillatoria* sp., *Diatomeae* n. det., *Elodea canadensis* R. et Mehx. (b-m).

Pojedyńczo występujące: *Melosira varians* Ag. (b-m), *Lemna minor* (b-m), *Chironomus* sp. (zielone) (b-m), *Argyroneta aquatica* L. (o).

Stacja III. Do wyników badania chemicznego (patrz tab. I) dodać należy, że na dnie odstojuka stwierdzono duże ilości wodorotlenku żelazowego, unoszonego częściowo przez ścieki do kanału fabrycznego. Badań biologicznych na tej stacji, jako obejmującej jedynie ścieki fabryki, nie przeprowadzono.

Stacja IV. Wyniki badania chemicznego podaje tabela I.

W próbce, pobranej siatką planktonową, stwierdzono, poza obfitymi zawiesinami, następujące organizmy:

Bardzo licznie występujące: *Chlorophyceae* n. det., *Diatomeae* n. det., *Actinosphaerium Eichhorni* Ehrbg. (b-m).

Licznie występujące: *Oscillatoria princeps* Vauch. (a-m), *Closterium Leibleinii* Kg. (b-m), *C. Ehrenbergianum* Menegh. (o), *Melosira varians* Ag. (b-m), *Tabellaria fenestrata* Kg. (o), *Arcella vulgaris* Ehrbg. (b-m do a-m), *Eudorina elegans* Ehrbg. (o),



*Asplanchna priodonta* Gosse (b-m do o), *Notholca acuminata* Ehrbg. (b-m), *Rotatoria* n. det., *Nauplius*.

Pojedyńczo występujące: *Oscillatoria (tenuis* Ag.?) (a-m), *Merismopedia elegans* A. Br., *Chlorosphaera angulosa* Klebs. (o), *Pediastrum duplex* Meyen (o), *Spirogyra polymorpha* Kirch., *Closterium striolatum* Ehrbg., *C. (Kützingii* Breb.?), *Closterium* sp., *Holacanthum fasciculatum* Ehrbg., *Micrasterias (americana* Ehrbg.?), *Navicula* sp., *Peridinium* sp., *Disflugia* sp., (o do b-m), *D. (lobostoma* Leidy?) (o), *Synura uvella* Ehrbg. (b-m do o), *Euglena (viridis* Ehrbg.?) (p do a-m), *Nematodes* n. det., *Polyarthra platyptera* Ehrbg. (b-m do o), *Colurella (lepta* Gosse?), *Gastropus* sp., *Monommata longiseta* Müll., *Triarthra mystacina* Ehrbg. (b-m), *Chydoridae* n. det.

Na stacji IV stwierdzono dno piaszczyste, lecz pokryte warstwą mułu. Próbką z dna wykazała następujące organizmy:

Bardzo licznie występujące: *Chlorophyceae* n. det., *Pisidium* sp. (b-m), *Asellus aquaticus* Ol. (b-m do a-m).

Licznie występujące: *Diatomeae* n. det., *Spongilla fragilis* Leidy (b-m), (a-m), (o), *Sphaerium* sp. (b m), *Pisidium (henslowianum* Sheppard?), *Bivalva* n. det., *Oligochaeta* n. det., *Herpobdella (atomaria* Car.?) (b-m), *Chironomus* sp. (zielone) (b-m), *Coleoptera* n. det. (larwy kilku gatunków), *Leptocerus (senilis* Burm?).

Pojedyńczo występujące: *Mentha* sp. (?), *Sphaerium (Draparnaldii* Clessin?), *Nematodes* n. det., *Helobdella stagnalis* L.

Stacja V. Wyniki badania chemicznego zawiera tabela I. W próbce, pobranej siatką planktonową, stwierdzono następujące organizmy:

Bardzo licznie występujące: *Chlorophyceae* n. det.

Licznie występujące: *Diatomeae* n. det., *Closterium* sp., *Actinosphaerium Eichhorni* Ehrbg. (b-m), *Asplanchna (priodonta* Gosse?) (b-m do o), *Notholca striata* Ehrbg. (b-m).

Pojedyńczo występujące: *Oscillatoria (limosa* Ag.?), (b-m), *O. (formosa* Bory.?) (a-m), *Oscillatoria* sp., *Stigonema ocellatum* Thur., *Schizophyceae* n. det., *Gonium (pectorale* A. F. Müller?), *Pediastrum duplex* Meyen. var. *clathratum* A. Braun. (o), *Closterium Ehrenbergianum* Menegh. (o), *C. acerosum* var. *elongatum* Breb. (b-m), *C. costatum* Corda., *C. (macilentum* Breb.?), *C. Kützingii* Breb., *Melosira varians* Ag. (b-m), *Diatomeae* n. det., *Peridi-*



nium sp., *Arcella vulgaris* Ehrbg. (b-m do a-m), *A. dentata* Ehrbg., *Difflugia (lobostoma* Leidy?) (o), *Paramaecium* sp. (?), *Chaetogaster diaphanus* Gruith. (o do b-m), *Notholca striata* Ehrbg. (b-m), *Anuraea aculeata* Ehrbg. (b-m do o), *A. cochlearis* Gosse (b-m do o), *Polyarthra platyptera* Ehrbg. (b-m do o); *Rotatoria* n. det., *Chydoridae* n. det., *Nauplius*.

W próbce dennej, zawierającej bardzo dużo nalotu rdzawego i rozartych papierów, znaleziono następujące organizmy:

Bardzo licznie występujące: *Ciliata* n. det.

Licznie występujące: *Mycetes* n. det., *Veronica* sp., *Caltha palustris*, *Sphaeriidae* (nie tak obficie jak na stacji IV), *Trichoptera* n. det. (nie tak licznie, jak na stacji IV).

Pojedynczo występujące: *Oligochaeta* n. det., *Asellus aquaticus* Ol., (b-m do a-m).

Przy brzegach na stacji V znachodziły się rośliny wyższe, a specjalnie knieć błotna (*Caltha palustris*), trzcina (*Phragmites*) i inne.

### Ocena chemiczna.

Badania Rudy rozpoczęto powyżej ujścia ścieków, przed wpływem jej do stawu fabrycznego, upewniwszy się, że na odcinku pomiędzy stacjami I i II, a wlotem ścieków ocynkowniczych nie spływają do rzeki ścieki innych zakładów przemysłowych. Znajdująca się kilkanaście kilometrów powyżej tego miejsca emaljownia, względnie huta żelaza, nie może być brana w rachubę, ponieważ szkodliwe działanie ścieków nieorganicznych z reguły daje się zauważyć przy spływie ich do wody, a następnie wskutek rozcieńczenia słabnie, poczem ścieki neutralizują się. Wody rybne są zwykle w mniejszym lub większym stopniu alkaliczne; w związku z tem kwaśne ścieki prędzej się neutralizują, aniżeli alkaliczne. Ponieważ ryby potrzebują do swego normalnego rozwoju wody słabo alkalicznej, ścieki tego rodzaju są mniej groźne od kwaśnych. Nieorganiczne ścieki są najszkodliwsze wówczas, gdy się je wpuszcza okresowo, naraz w większych ilościach do wody rybnej; rozcieńczenie następuje wtedy bardzo powoli i ścieki zabijają napotkane żywe organizmy.



Badając w pobliżu teren przepływu rzeki Rudy, zauważyliśmy na częściowo mokrych łąkach obficie występującą „rudę łąkową” w zagłębieniach wypełnionych wodą, o powierzchni z iryzującą warstwą, t. z. „naftową”. Według otrzymanych informacji cały teren przepływu Rudy jest mokry, bagienny, torfowy i lesisty (drzewa szpilkowe), co też potwierdza nasze badania chemiczne.

Ruda, rzeka o dość znacznym spadzie, posiada wodę o zabarwieniu brunatnym i nieznacznych zawiesinach pochodzenia nieorganicznego (piasek i ziemia). Dno żwirowate, koloru rdzawego, od wydzielonego wodorotlenku żelazowego, wskazuje na wody żelaziste. Woda na stacjach I i II jest bez zapachu, o słabej reakcji kwaśnej. (Oznaczenia pH, wykonane aparatem Bresslau'a są mniej dokładne od wartości otrzymanych hydrjonometrem klinowym, jednak wystarczające dla wykazania charakteru wody). Zdolność wiązania kwasów jest mała, nieznaczna zwyżka zawartości tlenu, duże ubóstwo wapna; chlorki, substancje organiczne, azotany i siarczany są w ilościach dla ryb nieszkodliwych.

Przed odpowiedzią na zapytanie, czy wpuszczanie ścieków ocynkowni do kanału fabrycznego, doprowadzającego wodę do niżej położonych stawów, może wpłynąć ujemnie na hodowlę ryb, należy stwierdzić, czy woda, przed zanieczyszczeniem ściekami ocynkowni zasadniczo nadaje się do hodowli ryb, ażeby można było ocenić stopień ewentualnej szkodliwości ścieków. Dane badania potwierdzają otrzymane informacje, co do terenów zlewni Rudy, a więc terenów torfowych, przytorfowych i leśnych; ostatnie zajmują duże przestrzenie wzdłuż biegu rzeki na pagórkowatych wzniesieniach. Wody z takich terenów są zwykle barwy brunatnawej, przeważnie ubogie w wapno i mają skłonność do reakcji kwaśnej (kwasy humusowe); badanie wykazało, iż w wypadku omawianym mamy wodę tego rodzaju.

Ujemny, dla hodowli ryb, stan takich wód pogarsza się zwykle na wiosnę i w jesieni, w okresach deszczowych, przy spływie dużej ilości wód opadowych z terenów porośniętych lasami szpilkowymi. Wody deszczowe, nie mając zdolności wiązania kwasów, wyługowują kwasy organiczne lub nieorganiczne, powstające wskutek rozkładów w górnych warstwach gleby i za-



bierają je z sobą. Nadmienić też należy, że opady atmosferyczne bardzo często łączą się w swym biegu z wodami źródłanymi, ubogimi w wapno, nie mogącymi unieszkodliwić kwasów, pobranych z gleb; zwłaszcza gleba lasów szpilkowych dostarcza dużych ilości kwasów humusowych. Istnienie organizmów wodnych jest zależne nietylko głównie od ilości tlenu, ale i od stopnia kwasowości (pH). Znalezione w Rudzie wartości pH są o wiele niższe od normalnie charakteryzujących wody rybne (pH = 6.8 do 8.0). Wody o stwierdzonej wysokości pH (patrz tab. I) są zazwyczaj nieodpowiednie do hodowli ryb; nie działają one coprawda przy znalezionej w Rudzie wartości pH zabójczo, czynią jednak ryby mniej odpornymi na choroby i działają ujemnie na ich wzrost. Woda w Rudzie jest uboga w wapno, niezbędny składnik wód rybnych, warunkujący życie roślin i zwierząt, neutralizujący szkodliwe kwasy (humusowe, siarkowy i inne) i podnoszący ilość pożywienia ryb. Im większa jest ilość rozpuszczonego kwaśnego węglanu wapnia w wodzie, tem lepsze są przyrosty w mięsie ryb. Twardość wody rybnej nie powinna wynosić więcej niż 12°, a mniej niż 5° niemieckich.

Znalezioną ilość tlenu, wykazującą nawet pewnąwyżkę ponad nasycenie, mimo znaczną zawartość żelaza, strącającego się prawie całkowicie jako wodorotlenek żelazowy, czemu towarzyszy zużycie tlenu, należy przypisać wartkość strumienia. Żelazo w rozpuszczeniu znajduje się, jako tlenek żelazawy, w wodzie badanej w ledwie dostrzegalnych śladach. Małe ilości żelaza, do 0.06 mg/l, są nawet potrzebne dla niższych roślin; większa zawartość jest szkodliwa dla ryb, powodując mechaniczne podrażnienie narządów oddechowych przez pokrycie osadem wodorotlenku żelazowego, co wspólnie z kwaśnym charakterem wody oddziaływa bardzo szkodliwie na skrzela ryb. W kwaśnej wodzie żelazo łatwo się rozpuszcza; wydziela się jednak w wielkiej ilości, natrafiwszy na alkalicznie reagujące skrzela. Przy przejściu tlenku żelazawego w wodorotlenek żelazowy, zużywa się tlen w najbliższem otoczeniu organów oddechowych, wskutek czego nie mogą one spełnić swego zadania; w ten więc sposób żelazo może równocześnie działać szkodliwie, jakkolwiek główny ujemny wpływ opiera się na mechanicznem podrażnieniu płatków skrzelowych. Z fosforem tworzy



żelazo nierozpuszczalne związki; jest więc z reguły szkodliwe dla wód ubogich w ten składnik.

Wymienione właściwości składu chemicznego Rudy wskazują na to, że wyniki hodowli ryb w takiej wodzie byłyby bardzo wątpliwe.

Określając wpływ ścieków ocynkowni na zanieczyszczenie wody, a w następstwie na stawy rybne, musimy mieć na uwadze następujące poniżej podane momenty. Same ścieki (stacja III) wykazują przede wszystkim temperaturę nieznacznie wyższą, aniżeli stacje I i II, dużą zdolność wiązania kwasów, reakcję silnie alkaliczną, tlen poniżej wartości nasycenia, bardzo dużo chlorków i siarczanów w ilości dla ryb szkodliwej, przy czym obecność siarczanów w nadmiernej ilości wskazuje na to, że kąpiele kwasu siarkowego muszą także częściowo spływać do urządzeń oczyszczających. Znaleziona ilość wapna może tylko dodatnio wpływać na ubogą w ten składnik wodę kanału fabrycznego. Żelazo stwierdzono w ściekach w ilości, dającej się oznaczyć kolorymetrycznie. Innych substancyj, w ilości szkodliwej, nie znaleziono. Woda ściekowa spływa z ostatniego odstojnika stale w jednakowej ilości do kanału, po drodze utleniając się, wskutek kaskadowego spadu, a równocześnie oziębiając się.

Przeprowadzone badanie na stacji IV w miejscu, gdzie nastąpiło już dokładne wymieszanie się ścieków z wodami kanałowymi, wykazuje, że spływy powodują, w porównaniu z stacjami I i II, nieznaczne dodatnie zmiany w wodzie kanału. Reakcja jest tu również słabo kwaśna, lecz kwasowość, wyrażona przez pH, wykazuje zwyżkę o 0.1. Zdolność wiązania kwasów ta sama, tlen powyżej wartości nasycenia, zwyżka wapna o 11 mg/l, chlorki i siarczany również w pewnej zwyżce, lecz w ilości dla ryb nieszkodliwej; również substancje organiczne wykazują pewną zwyżkę, co należy tłumaczyć odpływem wody ze stawu fabrycznego, gdzie, jako w wodzie stojącej, wegetacja jest obfitsza. Osad z wydzielonego wodorotlenku żelazowego nieco większy, niż na stacjach I i II.

Na stacji V uderza zwiększenie się kwasowości; zdolność wiązania kwasów maleje; następuje zwyżka chlorków i siarczanów w porównaniu z stacją IV, jednak w ilości dla ryb nieszkodliwej; powiększenie się ilości tlenu żelazowego, jakoteż



wodorotlenku żelazowego; azotanów nieznaczne zwiększenie, jednak nieszkodliwe; dalsza zwyżka wapna o 6 mg/l; nieznaczna zwyżka tlenu. Stacja V wykazuje pod pewnemi względami wybitną zmianę charakteru wody w kierunku ujemnym; dowodem obecności kwaśnych ścieków jest zwiększenie się kwasowości, zmniejszenie się zdolności wiązania kwasów, podczas gdy twardość stała znacznie wzrasta, przy minimalnej tylko zwyżce twardości ogólnej. Ponieważ na całej przestrzeni badanej (stacje: I, II i IV) woda wykazuje ten sam charakter, gdyż ścieki ocynkowni wpływają raczej dodatnio, a dopiero na stacji V pojawiają się pewne zmiany w kierunku ujemnym, stan ten należy przypisać li tylko wpływowi „kanału martwego”. Jest to wprawdzie zmiana nieznaczna, ale dająca się stwierdzić; z drugiej strony konstatujemy tu pewną zwyżkę wapna, co tylko może korzystnie wpływać na rozwój flory i fauny.

Ponieważ woda badana zasila stawy rybne, należałoby zmienić jej charakter przez odpowiednie techniczne urządzenia; woda bowiem rzeki Rudy, jak to wyżej nadmieniono, nawet przed spływem ścieków ocynkowni jest mniej odpowiednia do hodowli, stan zaś jej pogarsza się pod wpływem wody kanału martwego. Warunki dobrej wody rybnej (alkaliczność, odpowiedni wykładnik pH, obfitość wapna i brak żelaza) będzie można osiągnąć prawdopodobnie po przepuszczeniu jej, przed wpływem do stawu, przez filtry z gruboziarnistym, często czyszczonym żwirem, celem zebrania osadu wodorotlenku żelazowego, a następnie przez zbiornik napełniony węglanem wapniowym.

Obserwacje nasze nad wodą rzeki Rudy rozciągają się na okres dłuższy, przyczem przeprowadzono zarówno badania chemiczne, jak i częściowo biologiczne. Uzupełnienie naszych obserwacyj z dnia 12. IV 1927 podajemy poniżej (patrz tabela II), nadmieniając, że analizę wody z Rudy z dnia 18. XI. 1923 przeprowadzono wówczas, gdy ocynkownia nie była czynna (według posiadanych informacji, uruchomienie nastąpiło w r. 1924) i gdy ścieki ocynkowni nie mogły działać zanieczyszczająco. Ówczesne badanie chemiczne, jakkolwiek jedynie jakościowe, wykazuje prawie identyczny charakter z badaniem w dniu 12. IV 1927. Już wówczas, jakkolwiek badania te przeprowadziliśmy



dla innych celów, uderzyła nas słaba kwasowość wody, zasila-  
jącej stawy, wobec czego uznaliśmy stan ten za niepomysłny  
dla hodowli ryb.

W analizie z dnia 28. VII 1924 (patrz tab. II) uderza re-  
akcja alkaliczna; polega to na tem, że wówczas nie posiadali-  
śmy aparatu klinowego do oznaczania pH. Przy oznaczaniu  
oranżem metylowym zdolności wiązania kwasów (alkaliczności)  
nie można reakcji dokładnie oznaczyć, ponieważ wodę, którą  
oranż metylowy zabarwia żółto określa się jako alkaliczną;  
w rzeczywistości jednak reaguje już ona kwaśno, gdyż punkt,  
przy którym barwa z żółtej przechodzi w czerwoną, leży przy  
wykładniku  $\text{pH} = 4.4$ ; punkt przejściowy dla tego wskaźnika leży  
więc znacznie poniżej punktu neutralnego  $\text{pH} = 7.01$ . Ozna-  
czenie tlenu i jego zużycia po 48 h uważamy za nieściśle, jako  
przeprowadzone w próbcie nie natychmiast po zaczerpnięciu. Inne  
składniki pokrywają się naogół z wynikami badań z dnia 12. IV  
1927. Analiza z dnia 22. XI 1926 (patrz tab. II) wykazuje mniej-  
szą kwasowość od znalezionej dnia 12. IV 1927 na stacjach I,  
II, IV i V. Stwierdzone ilości wapna wykazują znaczną wyżkę;  
chlorki i siarczany większe wartości, niż przy badaniu głównem,  
jednak w ilości nieszkodliwej dla ryb. Całokształt badania po-  
krywa się całkowicie z wynikami z 1927 roku.

Nasze analizy wykazują dobitnie stały charakter chemiczny  
wody rzeki Rudy w okresie kilku lat. Stwierdzają one również,  
że ścieki ocynkowni w Paruszowicach wpływają nawet  
poniekąd dodatnio, zwiększając ilość wapna, co niewątpliwie  
przesuwa również koncentrację jonów wodorowych w kierunku  
punktu neutralnego.

### Ocena biologiczna.

Zadaniem oceny biologicznej jest stwierdzenie wpływu wy-  
wieranego przez ścieki na ryby, względnie na warunki natural-  
ne bytowania istot, stanowiących pożywienie ryb. Przy ściekach  
organicznych analiza biologiczna jest przede wszystkim na miej-  
scu, wykazując jakim kolejnym zmianom podlegają ścieki,



a w związku z tym warunki naturalne istnienia ryb. Przy ściekach nieorganicznych zastosowanie analizy biologicznej musi iść głównie w kierunku stwierdzenia bezpośredniego niszczącego działania ścieków na istoty żyjące oraz oznaczenia rozciągłości w terenie ujemnego działania ich, jakoteż wykazania szkód, wywoływanych trwale lub przejściowo w rybostanie.

Dla analizy biologicznej obraliśmy 4 punkty: dwa leżące powyżej ścieków, jeden poniżej ścieków, w bezpośrednim ich pobliżu, ostatni wreszcie w pewnym oddaleniu, gdzie nastąpiło już dokładne przemieszanie się ścieków z wodami odnogi Rudy. Stacyj I i II nie obrano bezpośrednio przed wpadaniem ścieków, ponieważ pomiędzy stacjami I i II, a stacją III (ujście ścieków) znajduje się staw fabryczny w Paruszowicach, w którym, jako w wodzie stojącej, są odmiennie wykształcone zespoły życiowe, podlegające analizie biologicznej, aniżeli w kanale fabrycznym, stanowiącym jedną z odnóg rzeki Rudy, a rozpoczynającą się upustem w stawie fabrycznym w Paruszowicach; dlatego zespoły życiowe stacyj IV i V mogły być porównywane jedynie z takimiż rzeki Rudy przed wpływem do stawu w Paruszowicach i z tego to względu obrano stację I w punkcie wpadania Rudy do stawu, zaś stację II przy ujściu drugiej strugi do stawu.

Wykazy organizmów, tak płynącej (wolnej) wody, jak i dna, na stacjach I i II zawierają przeważnie istoty, żyjące w wodach średnio zanieczyszczonych materją organiczną; organizmy tu występujące posiadają charakter mezosaprobiotyczny, przyczem przeważają  $\beta$ -mezosaproby;  $\alpha$ -mezosaproby występują tylko sporadycznie; dość często w liście (prawie wyłącznie wśród istot występujących niezbyt licznie lub pojedynczo) napotyka się organizmy wody praktycznie czystej, czyli oligosaproby. O ile chodzi o zespół organizmów roślinnych i zwierzęcych na stacjach I i II, to występują tu organizmy charakterystyczne bądź dla wód stojących i bagnistych (*Closterium acerosum*, *Hapalosiphon pumilus* itd.), bądź też torfowych (*Cyphoderia ampulla*, *Anuraea aculeata* var. *cochlearis*, *Stigonema ocellatum*), co całkowicie pokrywa się z wynikami analizy chemicznej i jest wynikiem charakteru zlewni oraz faktu, że Ruda przepływa nietylko przez bagna, ale i przez stawy. Życie w Rudzie jest bardzo słabo



rozwinęte; jakiegokolwiek bezpośredniej wartości rybackiej nie można przyznać tej rzece; może ona mieć wartość rybacką jedynie przez zasilanie stawów, przyczem, wobec wyniku rozbioru chemicznego, stwierdzającego pewną kwasowość, ubóstwo wapna itd., stawy nią nawadniane mogą posiadać tylko małą żyzność.

Na stacji IV, leżącej bezpośrednio poniżej spływu ścieków, woda naogół utrzymuje swój pierwotny mezosaprobiotyczny charakter, przy przeważającej obecności  $\beta$ -mezosaprobów i równoczesnem istnieniu w mniejszej mierze  $\alpha$ -mezosaprobów, w większym zaś stopniu oligosaprobów (obecność jednego organizmu, o częściowym charakterze polysaprobiotycznym, nie może, jako występującego sporadycznie, być brana pod uwagę). Ujemnego działania ścieków na stacji tej nie widać zupełnie, przeciwnie podkreślić należy, iż małże, nieobecne na stacjach I i II, zjawiają się tu nawet obficie, co można wyjaśnić dodaniem dla unieszkodliwienia ścieków mlekiem wapiennym, powiększającym ilość wapna w wodzie. Wogóle na stacji IV widać bujniejszy rozkwit życia: organizmy, szczególnie denne, a więc nieprzyniesione prądem wody, występują liczniej, aniżeli na stacjach I i II, czyli obserwujemy tu dodatni wpływ ścieków odpowiednio zneutralizowanych przez urządzenia oczyszczające. O zwiększeniu się na dnie wyższych organizmów zwierzęcych świadczy pośrednio pojawienie się ich wrogów, jak *Helobdella stagnalis* i *Herpobdella atomaria*. Organizmy wolne, a zatem importowane, są w dalszym ciągu charakterystyczne dla wód stojących i torfowych (*Closterium striolatum*, *Difflugia lobostoma*, *Micrasterias americana*, *Holacanthum fasciculatum* itd.). Na stacji IV analiza biologiczna potwierdza również wyniki badania chemicznego.

Na stacji V woda utrzymuje w dalszym ciągu swój charakter stojąco-torfowy (*Difflugia lobostoma*, *Stigonema ocellatum*, *Closterium acerosum* itd.) oraz mezosaprobiotyczny, przy obecności przeważającej ilości  $\beta$ -mezosaprobów oraz w mniejszym stopniu  $\alpha$ -mezosaprobów i oligosaprobów. W próbkę dennej występują małże, w ilości naogół mniejszej, aniżeli na stacji IV, pomimo stwierdzonego, choć nieznacznego wzrostu ilości wapna; zmniejszenie to być może należy położyć na karb wpływu



## T A B E L A I.

Wyniki badania chemicznego w dniu 12. IV. 1927.

	S t a c j e				
	Nr. I.	Nr. II.	Nr. III.	Nr. IV.	Nr. V.
Godzina pobrania próby	10 <sup>h</sup> 35'	11 <sup>h</sup> 35'	15 <sup>h</sup> 30'	16 <sup>h</sup> 30'	14 <sup>h</sup> 15'
Temperatura powietrza	12° C	12° C	4,5° C	4,8° C	4,5° C
Temperatura wody	8° C	9° C	14,5° C	8,25° C	9° C
Stan barometru	738 mm	738 mm	739 mm	739 mm	738 mm
Przezroczystość (cylindrem)	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm
Barwa wody	brunatnawa	brunatnawa	krystalicznie bezbarwna	brunatnawa	brunatnawa
Zawiesina	nieznaczna anorganiczna	nieznaczna anorganiczna	brak	nieznaczna anorganiczna	nieznaczna anorganiczna
Woni	bez woni	bez woni	bez woni	bez woni	bez woni
Osad wydzielonego Fe <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>	dość znaczny	dość znaczny	znaczny	znaczniejszy	jeszcze znacz- niejszy
Reakcja	slabo kwaśna	slabo kwaśna	alkaliczna	slabo kwaśna	slabo kwaśna
Zdolność wiązania kwasów (pro 100 cm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> O użyto 1/10n HCl)	0,75 cm <sup>3</sup>	0,75 cm <sup>3</sup>	3,95 cm <sup>3</sup>	0,75 cm <sup>3</sup>	0,64 cm <sup>3</sup>
pH (aparatem Bresslau'a w terenie)	6,8—7,0	6,8—7,0	14,0	6,8—7,0	6,4—6,6
pH (aparatem klinowym w labora- torjum)	6,35	6,35	10,0	6,45	6,15



O <sub>2</sub>	8.13 cm <sup>3</sup> /l	7.97 cm <sup>3</sup> /l	4.40 cm <sup>3</sup> /l	8.46 cm <sup>3</sup> /l	8.04 cm <sup>3</sup> /l
Zwyżka lub zniżka O <sub>2</sub>	+ 0.11 cm <sup>3</sup> /l	+ 0.14 cm <sup>3</sup> /l	- 2.50 cm <sup>3</sup> /l	+ 0.48 cm <sup>3</sup> /l	+ 0.21 cm <sup>3</sup> /l
Związany kwas węglowy	16.50 mg/l	16.50 mg/l	86.90 mg/l	16.50 mg/l	14.08 mg/l
NH <sub>3</sub>	nie wykryto	nie wykryto	nie wykryto	nie wykryto	nie wykryto
H <sub>2</sub> S	nie wykryto	nie wykryto	nie wykryto	nie wykryto	nie wykryto
Chlorki w przeliczeniu na	} Cl } Na Cl	17.75 mg/l	461.5 mg/l	21.30 mg/l	28.40 mg/l
		29.23 mg/l	759.98 mg/l	35.00 mg/l	46.80 mg/l
Substancje organiczne (zużyto 1/10n K Mn O <sub>4</sub> )	22.12 mg/l	18.96 mg/l	12.64 mg/l	23.70 mg/l	17.38 mg/l
Fe (jako FeO)	dostrzegalne ślady	dostrzegalne ślady	± 4 mg/l	± 2 mg/l	± 2 do 4 mg/l
Azotyny	nie wykryte	nie wykryte	kolorymetrycz- nie nie wykryte	kolorymetrycz- nie nie wykryte	kolorymetrycz- nie nie wykryte
Azotany	wyraźna reakcja	bardzo wyraź- na reakcja	wyraźna reakcja	wyraźna reakcja	bardzo wyraźna reakcja
CaO	21 mg/l	21 mg/l	1136 mg/l	32 mg/l	38 mg/l
MgO	6.2 mg/l	7.6 mg/l	1.5 mg/l	6 mg/l	5.8 mg/l
Twardość ogólna (w stop. niem.)	3°	3.16°	113.81°	4.04°	4.61°
Twardość przemijająca (jak wyżej)	2.1°	2.1°	11.06°	2.1°	1.79°
Twardość sta a (jak wyżej)	0.9°	1.06°	102.75°	1.94°	2.82°
SO <sub>3</sub>	19 mg/l	15 mg/l	967 mg/l	31 mg/l	35 mg/l
Skłonność wody do gnicia	niema	niema	—	niema	niema



## T A B E L A II.

Wyniki badania chemicznego w dniach 18. XI. 1923, 28. VII. 1924 i 22. XI. 1926.

	Próbeę pobrano dnia:		
	18. XI. 1923	28. VII. 1924	22. XI. 1926
Przezroczystość (cylindrem)	29 cm	30 cm	30 cm
Barwa wody	lekko mętno-żółta	żółtawa	bez barwy
Zawiesina	—	osad denny brunatnawy	—
Woni	bez woni	bez woni	bez woni
Osad wydzielonego $Fe_2(OH)_6$	—	obecny	znaczny
Reakcja	słabo kwaśna	alkaliczna	słabo kwaśna
Zdolność wiązania kwasów (pro 100 $cm^3$ użyto 1/10n HCl)	—	0.82 $cm^3$	0.75 $cm^3$
pH (aparatem klinowym w laboratorium)	—	—	6.5
$O_2$	mniej jak 6 $cm^3/l$ (metoda Hofera)	5.23 $cm^3/l$	—
$O_2$ po 48 h	—	4.52 $cm^3/l$	—
Kwas węglowy wolny	obecny	—	—
Kwas węglowy związany	—	—	16.50 mg/l
$NH_3$	ślady	± 0.5 mg/l kolorym.	nie wykryto



H <sub>2</sub> S	nie wykryto	—	nie wykryto
Chlorki w przeliczeniu na $\left. \begin{array}{l} \text{Cl} \\ \text{Na Cl} \end{array} \right\}$	ponad 10 mg/l	28.40 mg/l	33.7 mg/l
	—	46.80 mg/l	55.5 mg/l
Substancje organiczne (zużyto 1/10n K Mn O <sub>4</sub> )	ślady	32 mg/l	28.44 mg/l
Fe (jako Fe O)	ślady	± 1 mg/l kolorym.	dostrzegalne ślady
Azotyny	—	—	nie wykryto
Azotany	od 1 do 10 mg/l	—	ledwie dostrzegalne ślady
Ca O	ślady	33 mg/l	52 mg/l
Mg O	—	ślady	8.5 mg/l
Twardość ogólna (w stop. niem.)	—	3.30°	7.1°
Twardość przemijająca (jak wyżej)	—	2.3°	2.1°
Twardość stała (jak wyżej)	—	1.00°	5.0°
SO <sub>3</sub>	około 10 mg/l	42 mg/l	39 mg/l
Skłonność wody do gnicia	—	—	nie ma
Pozostałość po odparowaniu	—	211 mg/l	190 mg/l
Strata po wyżarzeniu	—	86 mg/l	72 mg/l
Pozostałość po wyżarzeniu	—	125 mg/l	118 mg/l



innych czynników, przede wszystkim zwiększenia się kwasowości i osadu wodorotlenku żelazowego. Jak wnioskowanie na podstawie danych oparte stwierdza, spowodowane to zostało dopływem „kanału martwego”. W próbie dennej wykryto szczątki papieru i grzyby; fakty te świadczą o tym, że z fabryki, bądź drogą przez osadniki, bądź też, co prawdopodobniejsze, krótszą drogą przez „martwy kanał” spływają ścieki domowe (być może obficie w tym fekalja, gdyż pewne szczątki, znalezione przy analizie próbki pobranej z dna, poniekąd na to wskazują).

W ogólnej ilości organizmów stwierdzić należy w stosunku do stacji IV zmniejszenie, w stosunku do stacji I i II zwiększenie.

Mając powyższe wyniki analizy biologicznej na uwadze, można stwierdzić, iż ścieki ocynkowni są należycie oczyszczone metodami obecnie stosowanymi i nie działają szkodliwie, raczej dodatnio na charakter wody w Rudzie.

Dnia 18. XI 1923 roku przeprowadziliśmy analizę biologiczną mułu dennego w stawie „Ruda” w Rybniku, jak również w kanale fabrycznym, bezpośrednio przy ujściu jego do stawu wyżej wymienionego.

Analiza mułu z doprowadzalnika dała następujące rezultaty:

**Flora:** *Melosira varians* Ag., Diatomeae n. det. licznie, *Scenedesmus acuminatus* Chodat, *S. brasiliensis* Bohlin., *S. quadricauda* Breb., *Pediastrum duplex* Meyen., *Euastrum verrucosum* Ehrbg., *Oscillatoria* sp., *Microchaete goeppertiana* Kirch., *Closterium praelongum* Breb., *Ulothrix* sp.

**Fauna:** Flagellata n. det., *Amoeba limax* Duj., *Difflugia* sp., *Centropyxix aculeata* Stein., *Euplotes* sp., *Ceratium hirundinella* O. F. Müll. (szczątki), *Oligochaeta* n. det., *Nematodes* (kilka gatunków), *Planorbis cornutus*, *Harpacticidae* (rodzaj bliżej nieoznaczony).

Analiza próbki mułu dennego w stawie „Ruda” na północnym brzegu wykazała następujący skład:

**Flora:** *Leptomitus lacteus* (poj.), *Navicula* sp., Diatomeae (licznie), *Scenedesmus quadricauda* Breb., *Pediastrum duplex* Meyen. (var. *genuinum* Al. Braun?), *Anabaena flos aquae* Breb., *Pediastrum* sp., *Closterium* sp.

**Fauna:** *Amoeba limax* Duj., *A. radiosa* Duj., *A. prima* Grub., *Amoeba* sp., *Arcella vulgaris* Ehrbg., *Rhaphidiophrys elegans* Hertw. & Less.,



Onychodromus grandis St., Glaucoma scintillans Ehrbg., Amphileptus sp. Askenasia elegans Bloch (?), Stentor polymorphus Ehrbg., Paramaecium caudatum Ehrbg., Ciliata n. det., Actinophrys sol Ehrbg., Chaetonotus maximus Ehrbg. (?), Nematodes n. det., Cathypna luna O. F. Müll., Rotatoria (jeden gatunek bliżej nieoznaczony), Oligochaeta (kilka gatunków bliżej nieoznaczonych), Hirudinea n. det., Asellus aquaticus L., Cyclops sp., Nauplius, Leydigia leydigii Schödler., Chironomus (larwy), Perla maxima L. (larwa), Argyroneta aquatica L., Anodonta cygnea.

W stawie „Ruda” stwierdzono następujące rodzaje roślin: *Phragmites*, *Eloдея*, *Scirpus*, *Cicuta*, *Typha*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Nymphaea* i *Potamogeton*. Wyniki analizy biologicznej z dnia 18. XI 1923 zgodne z temiż z dnia 12. IV 1927 r. wykazują mezosaprobiotyczny charakter stawu „Rudy”.

Podane powyżej twierdzenia co do nieszkodliwości ścieków ocynkowni dla wody stawów w Rybniku mogłyby znaleźć swój sprawdzian w notatkach hodowli rybnej. Niestety danych tych nie można było otrzymać, ponieważ od roku 1924 z przyczyn nam niewiadomych nie prowadzono hodowli ryb w stawach omawianych.

### Streszczenie wyników.

Reasumując wyniki analiz biologicznej i chemicznej, należy stwierdzić, że ścieki ocynkowni w Paruszowicach nie wpływają ujemnie na stan czystości wody i wartości rybackiej rzeki Rudy pod Rybnikiem, pod warunkiem ich unieszkodliwiania w sposób dotychczasowy. Mamy tu zatem nader ciekawy fakt, że ścieki zakładu przemysłowego, poddane przed wpuszczeniem do wody odpowiedniemu zneutralizowaniu na drodze chemicznej, nietylko nie działają ujemnie, lecz nawet dodatnio, gdyż doprowadzone sztucznie środki zapobiegawcze są w nadmiarze, mogąc nawet częściowo poprawić niepomysłny dla celów rybackich naturalny stan wody.

Jest rzeczą oczywistą, iż opisanego tu wypadku działania ścieków ocynkowni uogólniać nie można; przeciwnie, musimy go uważać za wypadek specjalny, związany ściśle z właściwo-



ściami chemicznymi doprowadzalnika, posiadającego zlewnię zbierającą wody dla celów rybackich nieodpowiednie, ze względu na dużą kwasowość i brak wapna. O ileby ten ujemny pod względem rybackim stan doprowadzalnika nie istniał przed wpływem ścieków i gdyby nie były one neutralizowane nadmiarem mleka wapiennego, w takim razie działałyby z pewnością szkodliwie, tak jak to normalnie bywa przy ściekach ocynkowni.

Z Pracowni Rybackiej Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego w Bydgoszczy.

---

