

ZNACZENIE ZBIORNIKA WSTĘPNEGO W OCHRONIE JEZIORA PRZED SPŁYWEM ZANIECZYSZCZEŃ ZE ZLEWNI ROLNICZO-LEŚNEJ

CZĘŚĆ I

OGÓLNE WSKAŹNIKI ZANIECZYSZCZEŃ

Józef Koc, Stefan Tucholski, Paweł Skonieczek

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wstęp

Wśród różnych źródeł zanieczyszczeń wód coraz większą uwagę zwraca się na ograniczenie zanieczyszczeń obszarowych. Pod tym określeniem kryją się zanieczyszczenia o różnej genezie i nasileniu. Składają się na nie produkty chemicznej denudacji litosfery, produkty przemian w szacie roślinnej i glebie, niewykorzystane środki produkcji (nawozy mineralne i organiczne, pasze, środki ochrony roślin itp.) w rolnictwie, leśnictwie i rybactwie oraz produkty ich przemian, a nadto zanieczyszczenia związane z pobytym ludzi i działalnością produkcyjną na obszarach wiejskich [BIESZCZAD, SOBOJA 1999; KOC, SZYMZYK 2003]. Na powstałe na dany obszarze zanieczyszczenia autochtoniczne nakłada się też często dość znaczna imisja zanieczyszczeń z obszarów sąsiednich, jak również i odległych. Stąd prowadzone badania wykazują znaczący poziom obiegu substancji na obszarach rolniczych, a nawet seminaturalnych (o niskiej antropopresji). Skutkiem tego obserwuje się lawinowo postępujący proces eutrofizacji zbiorników wodnych, który nieograniczony prowadzi do ich degradacji [KAJAK 2001].

Zanieczyszczenia obszarowe w małych zlewniach rolniczych trudno jest jednak ograniczyć, a jedyną skuteczną i możliwą do zastosowania na szerszą skalę metodą jest tworzenie barier biogeochemicznych spływu zanieczyszczeń i biogennów, poprzez budowę zbiorników wykorzystywanych jako stawy [TUCHOLSKI 1998].

Celem niniejszej pracy było stwierdzenie na ile skuteczną barierą spływu zanieczyszczeń z małej zlewni rolniczej będzie zbiornik wodny, zlokalizowany przed ujściem strugi do jeziora.

Metodyka badań

Badania prowadzono w latach 2000–2001 na Pojezierzu Olsztyńskim. Ich obiektem była struga Sząbruk o powierzchni zlewni 13,2 km², z czego 33% stano-

wią lasy a 67% użytki rolne. W zlewni znajdują się dwa osiedla (607 mieszkańców) wyposażone w oczyszczalnię oraz zabudowa rozproszona z około 40 mieszkańcami, bez oczyszczalni.

Dla celów niniejszej pracy przeprowadzono pomiary przepływu wód młynkiem hydrometrycznym w strudze Sząbruk, ponieważ wcześniej nie były prowadzone. Pomiary wykonywane były tylko w ciągu roku z tego powodu nie można podać pełnej charakterystyki hydrologicznej ciek. Pomiary przepływów, które były wykonywane w okresie badań strugi Sząbruk, tj. od marca 2000 do lutego 2001 wahały się od $15,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ do $74,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Przepływ średni z badanego okresu wynosił $32,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Podczas mierzenia przepływu były pobierane próbki wód odpływających strugą z terenów leśnych, drenami z obszarów rolniczych oraz ścieków z oczyszczalni. Na cieku wykonywano pomiary przepływu i pobierano próbki wód do analiz w następujących punktach (rys. 1.):

1. Za spływami leśnymi i rolniczymi ale przed zrzutem ścieków z oczyszczalni,
2. Za zrzutem ścieków z oczyszczalni ale przed zbiornikiem,
3. Za zbiornikiem, ale przed dopływem do jeziora.

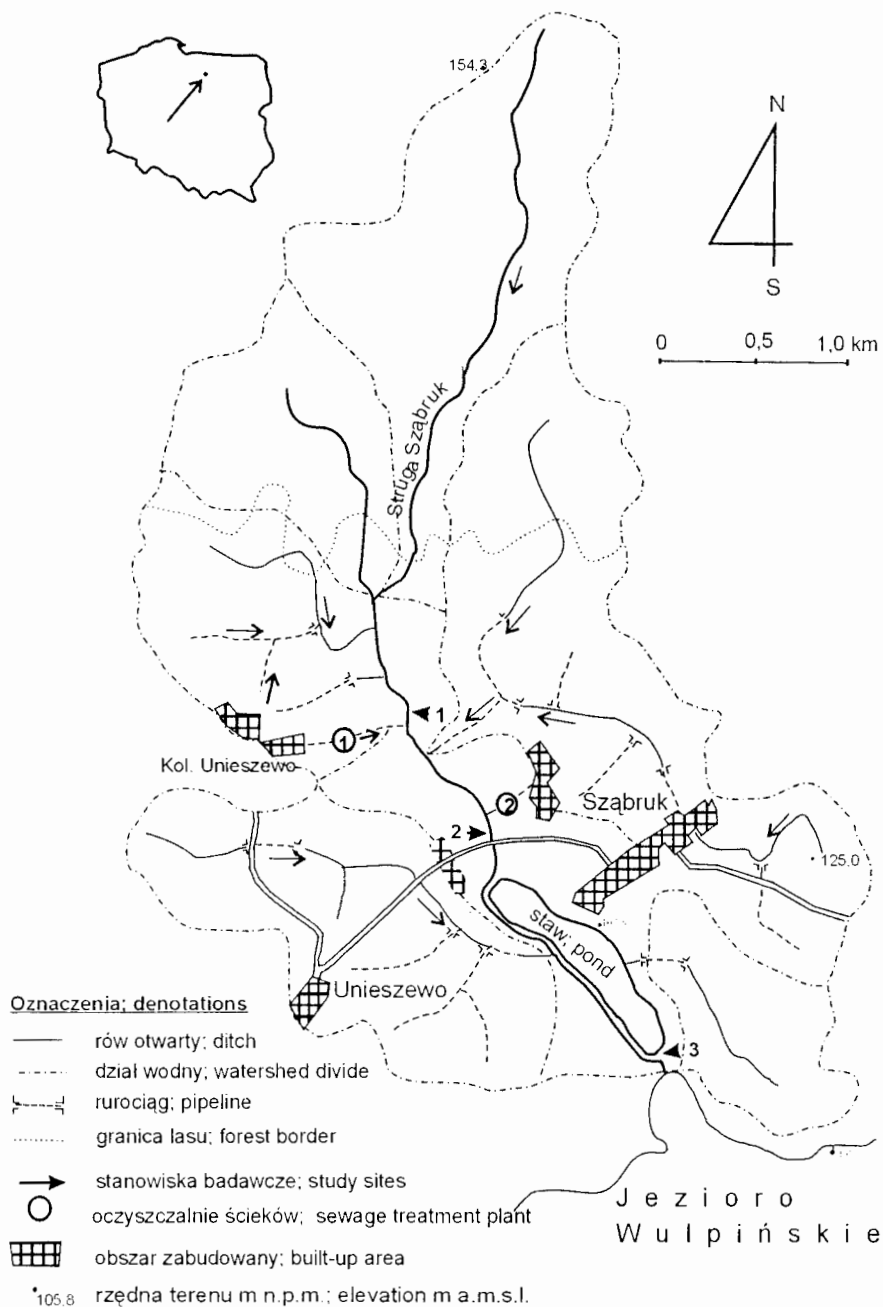
W próbkach wód oznaczano: suchą pozostałość w 105°C i pozostałość po prażeniu w 550°C metodą wagową, przewodnictwo elektrolityczne konduktometrycznie, tlen w sapromacie oraz chemiczne zapotrzebowanie tlenu metodą dwuchromianową (ChZT_{Cr}) i nadmanganianową (ChZT_{Mn}). Badania wykonano zgodnie z ogólnie przyjętymi metodami [HERMANOWICZ i in. 1999].

Wyniki badań

Przeprowadzone badania wykazały, że z terenów leśnych dopływały wody stosunkowo czyste (tab. 1), z powodu ChZT_{Cr} spełniające wymogi II klasy wody dobrej jakości [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2004]. Również z terenów użytkowanych rolniczo odpływające wody drenarskie należały do wód dobrej i zadowalającej jakości. Wody spływające z terenów rolniczo-leśnych niosły niewielki typowy dla tego typu obszarów ładunek substancji.

Działające dwie oczyszczalnie różniły się istotnie stopniem oczyszczenia ścieków, i tak: o ile oczyszczalnia z osiedla nr 1 dostarczała odpływ spełniający wymogi prawne w zakresie jakości wód ściekowych odprowadzanych do wód i do ziemi [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002], to oczyszczalnia z osiedla nr 2 ich nie spełniała. W rezultacie chociaż zrzut ścieków z pierwszej oczyszczalni zwiększał stężenie substancji w cieku 10–20%, to woda nadal była dobrej jakości (klasa II). Dopływ wód z drugiej oczyszczalni (o gorszych efektach oczyszczania) istotnie pogarszał jakość wody, powodując 1,5-krotny wzrost chemicznego zapotrzebowania tlenu, 1,5-krotny wzrost przewodnictwa elektrolitycznego, 2-krotny suchej pozostałości i 1,5-krotny wzrost pozostałości po prażeniu.

Równocześnie nastąpiło drastyczne obniżenie zawartości tlenu i nasycenia nim wody z około 90% do 40%. Wiąże się to z przebiegiem procesów w wodzie cieków zanieczyszczonych substancjami organicznymi. W pierwszej strefie odtlenienia i degradacji – polisaprobowej rozkład substancji organicznych przebiega przy niedoborze tlenu, a jego produktami są siarkowodór, metan, amoniak i wolny azot.



Rys. 1. Mapa zlewni strugi Sząbruk – rozmieszczenie staanowisk badawczych
 Fig. 1. Location of study sites on the Sząbruk stream

Tabela 1; Table 1

Skład chemiczny wód w badanej zlewni (mg-dm⁻³)
Chemical composition of stream water (mg-dm⁻³)

Rodzaj wód; Type of water	ChZT _{Cr}	ChZT _{Mn}	O ₂	Przewodnictwo Conductivity	Sucha pozostałość Dry weight	Pozostałość po prażeniu Ash
Odpiływ z terenów leśnych Outflows from forested areas	15,5 * 4,0-46,2 **	2,5 0,6-4,8	9,88 6,25-13,50	288 263-304	242,3 194-296,5	169,6 141,5-208,5
Odpiływ z terenów uprawnych 5 Outflows from arable lands	19,4 8-30	3,8 0,5-5,6	8,65 5,25-10,99	466 372-551	413,8 392-448	272 172-340
Odpiływ z oczyszczalni 1 Outflow from waste water plant 1	69,6 14-122,4	30,1 18-42	4,66 1,80-8,64	1223 848-1478	808,3 536-965	587,3 342-748
Odpiływ z oczyszczalni 2 Outflow from waste water plant 2	298,7 75,2-645	39,8 29-45	3,85 0,00-6,93	1189 1003-1326	886,4 660-1028	477,3 382-556

* średnia; average ** min-max

Tabela 2; Table 2

Skład chemiczny wód w cieku po dopływie zanieczyszczeń i przepływie przez staw (mg-dm⁻³)
Chemical composition of stream water beneath the waste water input and at the outflow point from the pond (mg-dm⁻³)

Rodzaj wód; Type of water	ChZT _{Cr}	ChZT _{Mn}	O ₂	Przewodnictwo Conductivity	Sucha pozostałość Dry weight	Pozostałość po prażeniu Ash
Powyżej dopływu z oczyszczalni 1 Above the inflow from the waste water plant 1	18,1 * 4,0-60,0 **	2,8 0,3-4,8	9,48 6,21-13,2	307 275-335	272,7 208-372	183 152-220
Powyżej dopływu z oczyszczalni 2 Above the inflow from the waste water plant 2	19,9 7,2-54,0	3,3 1,0-6,4	9,39 7,56-11,27	376 332-423	319,8 212-392	218 168-260
Poniżej dopływu wód z oczyszczalni 2 Beneath the inflow from the waste water plant 2	193,8 112,0-357,0	40,3 38,0-43,0	4,82 3,62-5,6	854 822-902	607,5 328-784	340 196-492
Odpiływ ze stawu Outflow from the pond	33,4 25,2-44,0	5,0 4,0-7,7	12,37 8,23-21,83	424 336-488	311,7 232-357	200 154-272

* średnia; average ** min-max

Na dalszych odcinkach ciekę następuje dalszy rozkład substancji organicznej i stopniowe zmniejszenie deficytów tlenowych, aż do strefy gdzie występuje już woda stosunkowo czysta (strefa mezosaprobowa), o stosunkowo niewielkich deficytach tlenowych (50%) i przewodze połączeń mineralnych [DYMACEWSKI i in. 1997]. Na całej trasie przepływu ciekę następują zmiany właściwości wody, od silnie zanieczyszczonej z głębokim deficytem tlenu, do wody o zadawalającej jakości, natlenionej ale zasobnej w biogeny. Biogeny te są podstawą do rozwoju organizmów wodnych i biorą udział w całym łańcuchu pokarmowym, od produkcji pierwotnej (fitoplankton, makrofitę) do wytworzenia osadów dennych. W wyniku tych procesów może zwiększyć się procent zawartości substancji organicznej w suchej pozostałości. Jest to proces powstawania zanieczyszczeń wtórnych. Jeżeli zachowany jest odpowiednio długi okres przepływu i zwolnienie prędkości przepływu (zapewnia to staw), to wprowadzone zanieczyszczenia po kolejnych fazach przemian powinny zostać przekształcone w tkankę roślinną, ciało organizmów zwierzęcych i osady dennę. Powinna też nastąpić odnowa jakości wody [TUCHOLSKI, NIEWOLAK 1994; WIDUTO, TUCHOLSKI 2000].

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono po przepływie wody przez staw 6-krotne zmniejszenie ChZT, 8-krotne utlenialności, 2-krotne przewodnictwa elektrolitycznego i suchej pozostałości oraz 30% zmniejszenie pozostałości po prażeniu. Woda odprowadzana do jeziora miała jednak gorsze parametry niż w miejscu przed zrzutem ścieków, szczególnie 2-krotnie wyższe ChZT i utlenialność oraz 1,5-krotnie większe przewodnictwo elektrolityczne. Woda ta była ciągle niezadawalającej jakości z powodu nadmiernego ChZT_{Cr}. Charakterystyczny jest wzrost udziału substancji organicznej w suchej pozostałości po zrzucie ścieków bogatych w te substancje (tab. 1). Procesy samooczyszczania obniżyły udział substancji organicznej w suchej pozostałości.

Jednak ładunek substancji niesionych z wodami ciekę przed zrzutem ścieków i po przepływie przez staw nie zmienił się (tab. 3). Należy przyjąć, że cały ładunek zanieczyszczeń zrzucanych z oczyszczalni ścieków został rozłożony lub zakumulowany w roślinności i osadach dennych (tab. 4).

Tabela 3; Table 3

Średnie ładunki zanieczyszczeń niesione
przez wody badanego ciekę (g·s⁻¹)

Average loads transported along the stream (g·s⁻¹)

Rodzaj wód; Type of water	ChZT _{Cr}	ChZT _{Mn}	Sucha pozostałość Dry weight	Pozostałość po prażeniu Ash
Powyżej dopływu z oczyszczalni 1 Above the inflow from the waste water plant 1	0,4	0,07	6,6	4,4
Powyżej dopływu z oczyszczalni 2 Above the inflow from the waste water plant 2	0,5	0,1	10,0	6,8
Poniżej dopływu wód z oczyszczalni 2 Beneath the inflow from the waste water plant 2	0,52	1,18	10,9	6,4
Odpyły ze stawu Outflow from the pond	0,6	0,1	6,2	4,4

Tabela 4; Table 4

Średni odpływ zanieczyszczeń ze zlewni cząstkowych (kg·rok⁻¹)
Average loads of pollutants flowing out from the sub-basins (kg·year⁻¹)

Rodzaj wód; Type of water	ChZT _{Cr}	ChZT _{Mn}	Sucha pozostałość Dry weight	Pozostałość po prażeniu Ash
Powyżej dopływu z oczyszczalni 1 Above the inflow from the waste water plant 1	13586	2314	209218	138944
Powyżej dopływu z oczyszczalni 2 Above the inflow from the waste water plant 2	16494	3529	315834	208164
Poniżej dopływu wód z oczyszczalni 2 Beneath the inflow from the waste water plant 2	30538	6205	343786	195548
Odpływ ze stawu Outflow from the pond	19898	3720	196955	138985

W tabelach 3 i 4 przedstawiono ładunek zanieczyszczeń chwilowy (g·s⁻¹) i roczny (kg·rok⁻¹) niesiony przez ciek w poszczególnych punktach pomiarowych, tj. przed zrzutem ścieków, po zrzucie ścieków i po przepływie przez staw. Omówione powyżej procesy rozkładu (mineralizacji) zanieczyszczeń wprowadzonych ze ściekami a następnie rozwój fitoplanktonu i sedymentacja resztek po jego trawieniu przez konsumentów oraz sedymentacja nadmiernej produkcji pierwotnej, spowodowały wyraźne zmiany transportowanego ładunku zanieczyszczeń. Zrzuty ścieków powodowały wzrost transportowanego ładunku zanieczyszczeń, co powodowało nadmierne obciążenie ciek i pogorszenie jakości wody. Procesy samooczyszczania poprawiły jakość wody istotnie, zmniejszając transportowany ładunek zanieczyszczeń.

Wnioski

1. Zrzut ścieków oczyszczonych z małych wiejskich oczyszczalni ścieków niesie główną pulę zanieczyszczeń i istotnie pogarsza jakość wód w zlewniach rolniczo-leśnych.
2. W zbiorniku wstępnym następuje skuteczna redukcja i akumulacja zanieczyszczeń bytowych i obszarowych w niewielkiej zlewni rolniczo-leśnej.
3. Budowa zbiornika wstępnego na trasie ciek obciążonego zanieczyszczeniami aczkolwiek spowodowała poprawę jakości wody, to jednak nie przywróciła jej pierwotnej jakości.

Literatura

BIESZCZAD S., SOBOTA J. 1999. *Zanieczyszczenia i ochrona wód*, w: *Zagrożenie, ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczo – rolniczego*. Wydawn. AR we Wrocławiu: 195–277.

DYMACZEWSKI Z., OLESZKIEWICZ J.A., SOZAŃSKI M.M. 1997. *Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków*. PZITS Poznań: 643 ss.

- HERMANOWICZ W., DOJLIDO J., DOŻAŃSKA W., KOZIOROWSKI B., ZERBE J. 1999. *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*. Wydanie drugie pod kierunkiem Jana Dojlido. Arkady: 555 ss.
- KAJAK Z. 2001. *Hydrobiologia-limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych*. PWN, Warszawa: 359 ss.
- KOC J., SZYMCZYK S. 2003. *Wpływ intensyfikacji rolnictwa na odpływ substancji z gleb*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 494: 175–181.
- ROZPORZĄDZENIE MŚ 2004. *Z dnia 11 lutego w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód*. Dz. U. Nr 32, poz. 284.
- ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002. *Z dnia 29 listopada w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego*. Dz. U. Nr 212, poz. 1799.
- TUCHOLSKI S., NIEWOLAK S. 1994. *Stawy rybne jako III stopień oczyszczania w małej biologicznej oczyszczalni ścieków*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu 246: 179–189.
- TUCHOLSKI S. 1998. *Możliwości adaptacji podmokłych dolin małych cieków na stawy*. Bibliotheca Fragm. Agron. 5: 379–388.
- WIDUTO J., TUCHOLSKI S. 2000. *The bioregulation of large Cladocera production in fish ponds supplied with treated sewage*. Fish Culture Research Institute Szarvas, Hungary. Fisheries Development, Vol. 23: 61.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenia obszarowe, redukcja zanieczyszczeń

Streszczenie

Na Pojezierzu Olsztyńskim przeprowadzono badania jakości wód w małej zlewni rolniczo-leśnej obciążonej zanieczyszczeniami bytowymi mieszkańców i spływami obszarowymi. Zrzut ścieków z oczyszczalni powodował duże zanieczyszczenie wód cieką. Na trasie cieką przed odpływem do jeziora został wybudowany zbiornik wstępny.

Po przepływie przez zbiornik wstępny (staw) nastąpiła redukcja ilości transportowanych zanieczyszczeń do poziomu przed zrzutem ścieków i poprawa jakości wody. Zmniejszył się również ładunek zanieczyszczeń obszarowych.

THE SIGNIFICANCE OF PRELIMINARY RESERVOIRS IN LAKE PROTECTION AGAINST THE CATCHMENT OF RURAL-FORESTED SEWAGE

PART I

GENERAL POLLUTION INDEXES

Józef Koc, Stefan Tucholski, Paweł Skonieczek

Department of Land Reclamation and Environmental Management,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

Key words: areal pollutants, reduction of pollutants

Summary

The research on water quality in a small agricultural-forested catchment imposed by municipal sewage and areal pollutants was conducted in the Olsztyn Lake District. A preliminary reservoir was built on the water course above the site of treated sewage delivery to the stream. Effluents from waste water caused high pollution of the stream water..

The research showed that the flow of contaminated water through the preliminary reservoir diminished the amounts of transported pollutants and improved the water quality. Reduction of the amount of pollutants beneath the pond was similar to their level noted above the site with waste water input. The load of areal pollutants was also lower.

Prof. dr hab. Józef **Koc**
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
Plac Łódzki 2
10-719 OLSZTYN
e-mail: katemel@uwm.edu.pl