

Joanna ŁUCZYSZYN
Janusz A. TOMASZEK
Politechnika Rzeszowska

ANALIZA PRACY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W POLAŃCZYKU W ASPEKTCIE OCHRONY ZBIORNIKA SOLIŃSKIEGO

Przedmiotem opracowania jest analiza i ocena funkcjonowania oczyszczalni ścieków w Polańczyku w aspekcie ochrony Zbiornika Solińskiego. W pracy przedstawiono również problem związany z wykorzystaniem powstających w procesie technologicznym osadów ściekowych oraz możliwości wystąpienia zagrożeń ekologicznych przy nieodpowiedniej eksploatacji obiektu.

1. Wprowadzenie

Badania prowadzone dla wód zbiornika zaporowego Solina od początku jego istnienia wykazują na postępujące, negatywne zmiany ekologicznej jakości tego ekosystemu, m.in. wzbogacanie wód zbiornika w pierwiastki biogenne. Na stan jakości wód analizowanego zbiornika wpływ mają m.in. dopływy rzeczne, spływy powierzchniowe oraz punktowe zrzuty zanieczyszczeń w ściekach. Jednym z obiektów, który odprowadza oczyszczone ścieki do Zbiornika Solińskiego jest oczyszczalnia ścieków w Polańczyku. Przyjęta technologia oczyszczania ścieków w tym obiekcie ma na celu pełną ich utylizację, do stanu zabezpieczającego odbiornik przed szkodliwym ich działaniem.

W pracy przedstawiono analizę i ocenę funkcjonowania mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w Polańczyku w aspekcie ochrony Zbiornika Solińskiego. W opracowaniu ujęto również problem związany z wykorzystaniem powstających w procesie technologicznym osadów ściekowych oraz uwzględniono możliwość wystąpienia zagrożeń ekologicznych przy nieodpowiedniej eksploatacji obiektu.

2. Charakterystyka Zbiornika Solińskiego

Zbiornik Soliński powstał w 1968 r. w wyniku usytuowania betonowej zapory typu ciężkiego w 325,4 km biegu Sanu. Jest to największy pod względem

objętości zbiornik zaporowy w Polsce, który przy maksymalnym piętrzeniu gromadzi 503,97 mln m³ wody. Pojemność nominalna Zbiornika Solińskiego wynosi 474 mln m³, z czego 63% stanowi pojemność użyteczną. Powierzchnia akwenu to 21,05 km². Całkowita powierzchnia zlewni Zbiornika Solińskiego wynosi 1174,5 km², z czego 50% przypada na zlewnię rzeki San, a ponad 25% na zlewnię Solinki. Zbiornik Solina współdziała z położonym poniżej niego zbiornikiem Myczkowce, tworząc zespół zbiorników Solina–Myczkowce, który jest jednym z najważniejszych obiektów gospodarki wodnej w dorzeczu Sanu i górnej Wisły [2, 6, 8].

Analizowany zbiornik gromadzi wody do celów energetycznych i przeciwpowodziowych, wyrównuje poziom wody w Sanie poniżej zbiornika oraz jest źródłem zaopatrzenia w wodę pitną mieszkańców okolicznych miejscowości. Obiekt ten jest również odbiornikiem oczyszczonych ścieków, które odprowadzane są z kilku oczyszczalni ścieków, m.in. gminnej w Polańczyku oraz zlokalizowanych przy niektórych ośrodkach wypoczynkowych [2, 3]. Na rysunku 1. przedstawiono lokalizację kilku jednostek gospodarczych na obrzeżach zbiornika Solina (ujęcia wód i oczyszczalnie ścieków, które odprowadzają oczyszczone ścieki bezpośrednio do wód zbiornika).



Rys. 1. Przykładowe jednostki gospodarcze na obrzeżach Zbiornika Solińskiego, na podstawie [12]

Jakość wód zbiornika zależy m.in. od sposobu zagospodarowania i użytkowania przyległych do niego terenów. Obiekty gospodarki komunalnej oraz spływy powierzchniowe ze zlewni bezpośredniej zbiornika stanowią potencjalne zagrożenie dla stanu czystości wód. Na terenie zlewni bezpośredniej zbiornika brak jest zakładów przemysłowych. Zlokalizowane są tu przedsiębiorstwa budowlane, zakłady gospodarcze, rolnicze i spożywcze. Geograficzne położenie

analizowanego zbiornika wskazuje na niewielkie rolnicze wykorzystanie terenu zlewni, gdyż znaczną część tego obszaru pokrywają lasy. Jednak prowadzone uprawy rolne, jak również leśne wymagają stosowania środków ochrony roślin oraz chemicznych środków nawożenia. Obszar zlewni jest słabo zaludniony. Jednak w sezonie letnim znacznie wzrasta liczba turystów i wczasowiczów, czego rezultatem jest duża ilość powstających ścieków [2, 12].

Badania prowadzone od początku istnienia zbiornika Solina wykazują na postępujące, negatywne zmiany ekologicznej jakości tego ekosystemu, m.in. wzbogacanie wód zbiornika w pierwiastki biogenne oraz akumulację materii w osadzie dennym. Następstwem tych zmian jest wypływanie, jak również zalądowanie zbiornika, co ostatecznie prowadzi do zmniejszenia pojemności użytkowej zbiornika [5].

3. Charakterystyka oczyszczalni ścieków w Polańczyku

Oczyszczalnia ścieków w Polańczyku została wybudowana w latach 70. Zlokalizowana jest w północno-wschodniej części kompleksu wczasowo-sanatoryjnego w Polańczyku (obecnie Polańczyk Zdrój), w bezpośrednim sąsiedztwie Zbiornika Solińskiego. Do 1999 roku technologia oczyszczania ścieków tego obiektu oparta była na złożach biologicznych i nie zapewniała odpowiedniego usuwania związków biogennych. Obowiązujący porządek prawny [13] określający po 2000 r. szczególnie niskie stężenie dla fosforu ogólnego w ściekach oczyszczonych (poniżej $1,0 \text{ mg/dm}^3$) spowodował pilną konieczność ochrony wód stojących Zbiornika Solińskiego. Konsekwentnie z programem porządkowania gospodarki ściekowej w gminie Solina w latach 2000-2001 przystąpiono do modernizacji oczyszczalni ścieków. Budowę prowadzono zgodnie z projektem technicznym opracowanym przez B.P. „Biprowod” w Warszawie [11]. Sporządzony bilans ilościowy określał ilość ścieków $Q_{\text{śrd}}$ na $523 \text{ m}^3/\text{d}$ i Q_{maxd} na $572 \text{ m}^3/\text{d}$, docelowo zaś $Q_{\text{śrd}}$ na $900 \text{ m}^3/\text{d}$. Przyjęta docelowa ilość ścieków była identyczna jak dla oczyszczalni sprzed modernizacji. Przepustowość oczyszczalni odpowiada 5800 RLM.

Nowa oczyszczalnia oparta na trójfazowym systemie Bardenpho składa się w części biologicznej z reaktora z dwoma ciągami komór defosfatacji (KDF), denitryfikacji (KD) i nitryfikacji (KN). Część mechaniczną stanowią: komora krat, piaskownik pionowy i osadnik wstępny (istniejący, radialny osadnik Imhoffa). Na terenie oczyszczalni przewidziano punkt zlewny. Z komory nitryfikacji ścieki odprowadzane są do osadnika wtórnego (poziomy, podłużny). Przewidziano recyrkulację zewnętrzną osadu z osadnika wtórnego w ilości 100% doprowadzanych ścieków oraz recyrkulację wewnętrzną ścieków z komór napowietrzania do komór denitryfikacji w ilości ok. 200% doprowadzanych ścieków. W komorach KDF i KDN zastosowano mieszadła zatapiające. Stężenie

tlenu w komorach nitrifikacji w granicach 1,5-2,5 mg O_2/dm^3 zapewniają dwie dmuchawy współpracujące z falownikiem. Osady z osadnika wstępnego oraz osad nadmierny z osadnika wtórnego doprowadzane są do dwóch zbiorników osadowych (pozostałych ze starej oczyszczalni osadników Imhoffa o czasie przetrzymania ok. 12 dób). W obiektach tych zaplanowano proces fermentacji osadów. Końcowy etap utylizacji osadów ściekowych przewidywał mechaniczne odwadnianie na prasie taśmowej (wspomaganie procesu polielektrolitem) oraz odprowadzenie osadów na poletka osadowe. Schemat technologiczny oczyszczalni przedstawiono na rys. 2. Pomiar ilości ścieków za pomocą zwężki pomiarowej dokonywany jest w kanale zbiorczym po osadniku wtórnym. Ścieki oczyszczone odprowadzane są do Zbiornika Solińskiego rurociągiem na głębokość ok. 6 m w odległości ok. 30 m od brzegu.

W 2003 roku dokonano dalszej modernizacji oczyszczalni w części dotyczącej gospodarki osadowej. Wykonano zadaszenie poletek ociekowych oraz wprowadzono tlenową stabilizację osadu w jednym ze zbiorników osadów. Osady ściekowe po procesach stabilizacji i odwodnienia kierowano na składowisko odpadów.

4. Analiza pracy oczyszczalni ścieków

Analizę pracy oczyszczalni ścieków w Polańczyku przeprowadzono na podstawie kryterium najwyższych dopuszczalnych wartości wskaźników zanieczyszczeń: BZT₅, ChZT, stężenia zawiesiny ogólnej, azotu i fosforu ogólnego. W opracowaniu wykorzystano wyniki badań własnych z okresu od stycznia 2001 r. do lutego 2002 r. oraz dane udostępnione przez administratora obiektu od czerwca 2008 r. do kwietnia 2010 r. Szczególną uwagę zwrócono na ilości azotu i fosforu odprowadzane w oczyszczonych ściekach do wód Zbiornika Solińskiego, gdyż wpływają one na ogólny bilans masowy pierwiastków biogennych w wodach analizowanego obiektu. Ze względu na brak wyników analiz jakości ścieków dopływających do oczyszczalni niemożliwe było przedstawienie w niniejszym opracowaniu efektywności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków.

Podczas eksploatacji analizowanego obiektu stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych nie powinny przekraczać dopuszczalnych wartości określonych pozwoleniem wodnoprawnym [10]. Wymagania, jakie zostały postawione w pozwoleniu wydanym przez wojewodę podkarpackiego odpowiadają warunkom określonym w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. (Dz.U. Nr 137, poz. 984) wraz ze zmianami z dnia 28 stycznia 2009 r. (Dz.U. Nr 27, poz. 169) dla oczyszczalni ścieków o wielkości RLM = 2000-9999 (tab. 1.) [14].

Tabela 1. Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych

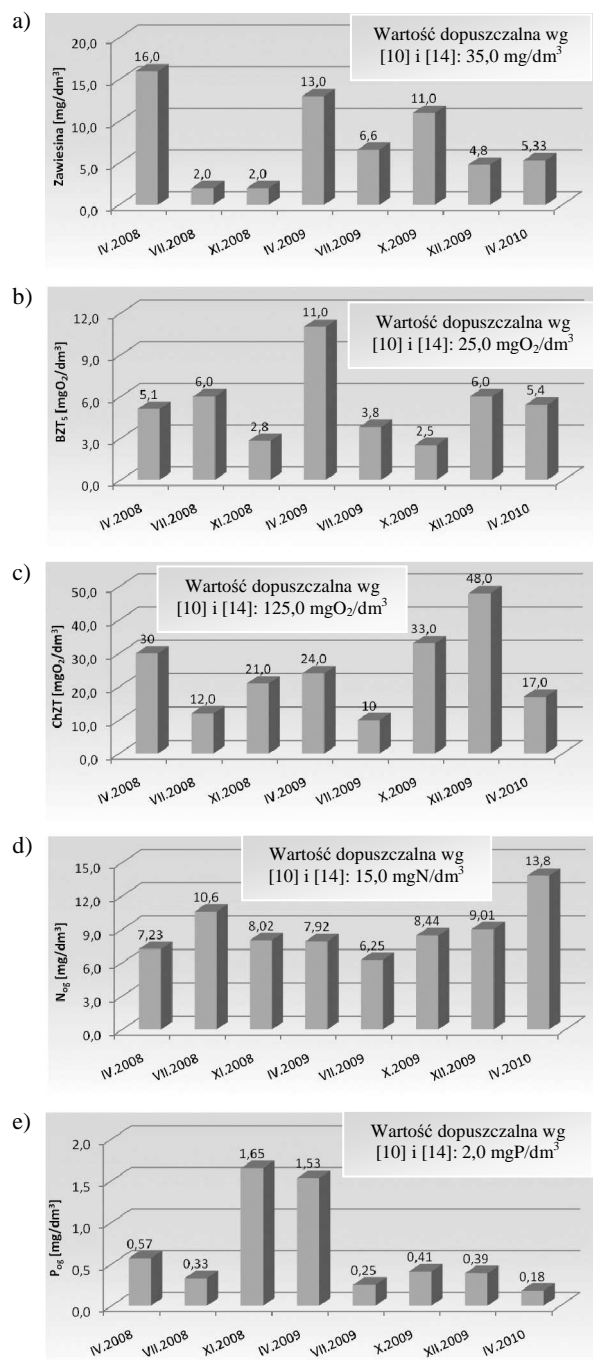
Wskaźnik zanieczyszczeń	Jednostka	Najwyższe dopuszczalne wartości zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych	
		wg pozwolenia wodnoprawnego [10]	wg rozporządzenia [14] [% redukcji zanieczyszczeń]
Zawiesiny	[mg/dm ³]	35,0	35,0 (90%)
BZT ₅	[mg O ₂ /dm ³]	25,0	25,0 (70-90%)
ChZT	[mg O ₂ /dm ³]	125,0	125,0 (75%)
N _{og}	[mg N/dm ³]	15,0	15,0
P _{og}	[mg P/dm ³]	2,0	2,0

Stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych w analizowanym czasie nie przekraczały dopuszczalnych wartości określonych pozwoleniem wodnoprawnym. Pozyskane wyniki zestawiono w tab. 2. oraz zilustrowano na rys. 3. Zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 r. (Dz.U. Nr 27, poz. 169) liczba średnich dobowych próbek ścieków odpływających z oczyszczalni o RLM od 2 000 do 14 999 nie może być mniejsza niż 12 próbek w ciągu roku, a jeżeli zostanie wykazane, że ścieki spełniają wymagane warunki, muszą być pobrane 4 próbki w następnych latach. Na tej podstawie analizy próbek odbywały się kwartalnie.

Tabela 2. Stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych w latach 2008-2010

Wskaźnik zanieczyszczeń	Jednostka	Czas poboru próbki							
		IV 2008	VII 2008	XI 2008	IV 2009	VII 2009	X 2009	XII 2009	IV 2010
Zawiesiny	[mg/dm ³]	16,0	< 2,0	< 2,0	13,0	6,6	11,0	4,8	5,33
BZT ₅	[mg O ₂ /dm ³]	5,1	6,0	2,8	11,0	3,8	2,5	6,0	5,4
ChZT	[mg O ₂ /dm ³]	30	12,0	21,0	24,0	< 10	33,0	48,0	17,0
N _{og}	[mg N/dm ³]	7,23	10,6	8,02	7,92	6,25	8,44	9,01	13,8
P _{og}	[mg P/dm ³]	0,57	0,33	1,65	1,53	0,25	0,41	0,39	0,18

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono dobrą skuteczność oczyszczania ścieków. Stężenie zanieczyszczeń w stosunku do dopuszczalnych wartości określonych w pozwoleniu wodnoprawnym dla zawiesiny ogólnej, BZT₅ oraz ChZT było ponaddwukrotnie niższe. W przypadku azotu ogólnego oraz fosforu ogólnego zaobserwowano okresy, w których ta różnica była znikoma, jednak nie przekraczała dopuszczalnych wartości stężeń. Lokalizacja oczyszczalni w terenie o nasilonej turystyce (szczególnie w sezonie letnim) powoduje, że obiekt pracuje w zmiennych warunkach obciążenia hydraulicznego i substratowego. Mimo to, w rozpatrywanym czasie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych nie przekraczały wartości określonych pozwoleniem



Rys. 3. Wartości wybranych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych: a) zawiesiny, b) BZT₅, c) ChZT, d) N_{og}, e) P_{og}

wodnoprawnym. Nie zaobserwowano sezonowej zmienności jakości ścieków oczyszczonych. Maksymalne wartości wskaźników zanieczyszczeń były zróżnicowane w ciągu roku. Najwyższą wartość zawiesiny ogólnej ($16,0 \text{ mg/dm}^3$), BZT_5 ($11,0 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$) oraz N_{og} ($13,8 \text{ mg N/dm}^3$) zanotowano w okresie wiosennym, P_{og} ($1,65 \text{ mg P/dm}^3$) w okresie jesiennym, ChZT ($48,0 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$) w okresie zimowym. Nie stwierdzono pogorszenia się sprawności oczyszczalni w sezonie zimowym.

Ilość ścieków przepływających rocznie przez oczyszczalnię w Polańczyku wykazuje tendencję wzrostową. Od maja 2005 r. do maja 2006 średni dobowy przepływ ścieków wynosił $207,91 \text{ m}^3/\text{d}$, natomiast już w ostatnim roku (maj 2009-maj 2010) był on ponaddwukrotnie większy (tab. 3.). Przyczyną takiego stanu może być większe zużycie wody przez mieszkańców, od których ścieki przyjmuje oczyszczalnia, ale przede wszystkim rozwój regionu.

Tabela 3. Przepływ ścieków przez oczyszczalnię od 2005 r.

Przepływ	Jednostka	Analizowany czas				
		2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Roczny	$[\text{m}^3/\text{rok}]$	75887,0	102654,0	104728,0	ok. 145000	185797,0
Dobowy	$[\text{m}^3/\text{d}]$	207,91	281,24	286,93	ok. 397,26	509,03

Znając przepływ ścieków przez oczyszczalnię i stężenia związków biogenych, podjęto próbę określenia, jaką część bilansu masowego fosforu ogólnego i azotu ogólnego w wodach zbiornika Solina w analizowanym okresie stanowią związki odprowadzane z oczyszczalni. Bilans masowy fosforu ogólnego oraz azotu ogólnego w przypadku zbiornika Solina w latach 2005-2006 przedstawiono w tab. 4 [1, 5].

Tabela 4. Bilans masowy azotu i fosforu ogólnego dla zbiornika zaporowego Solina, na podstawie [1, 5]

Związki biogenne	Jednostka	Zbiornik zaporowy Solina			
		rok	dopływ	odpływ	retencja
Azot ogólny	$[\text{t/rok}]$	2005	1750	1313	437
		2006	2419	2509	-
Fosfor ogólny	$[\text{t/rok}]$	2005	72	43	29
		2006	84	67	17

Najwyższy przepływ ścieków przez oczyszczalnię zanotowano od maja 2009 r. do maja 2010 i wynosił on ok. $186 \text{ tys. m}^3/\text{rok}$, natomiast średnie stężenie związków biogenych w tym okresie w ściekach oczyszczonych wynosiło: $\text{N}_{\text{og}} = 9,38 \text{ mg N/dm}^3$ i $\text{P}_{\text{og}} = 0,31 \text{ mg P/dm}^3$. Na tej podstawie określono ładunek

zanieczyszczeń, jaki wprowadzany był z oczyszczonymi ściekami do odbiornika. Wynosił on 1,74 t/rok (1742 kg/rok) dla azotu i 0,058 t/rok (58 kg/rok) dla fosforu. Wobec tego można stwierdzić, że udział związków azotu i fosforu wprowadzanych do wód Zbiornika Solińskiego w ściekach odprowadzanych z oczyszczalni stanowi znikomą część ogólnego bilansu masowego.

Pomimo wykazanej tendencji wzrostowej ilości ścieków surowych, ładunek związków biogenych odprowadzany do zbiornika w badanym okresie nie wzrastał ze względu na zmniejszone stężenia analizowanych wskaźników. Jest to zjawisko pozytywne, każde bowiem zmniejszenie ładunku związków biogenych doprowadzanego do Zbiornika Solińskiego ze źródeł komunalnych minimalizuje jego wtórne zanieczyszczenie. Należy pamiętać, że 1 mg P przyczynia się do powstania 100 mg s.m. biomasy glonów, natomiast 1 mg N – do 15 mg s.m. biomasy glonów [4]. Związki azotu i fosforu mogą mieć pozytywny i negatywny wpływ na ekosystemy – zarówno ich niedobór, jak i nadmiar może powodować poważne zaburzenia w organizmach żywych i ekosystemach. Są to główne związki biogenne odpowiadające za proces eutrofizacji (intensywność tego procesu zależy przede wszystkim od ilości fosforu), który jest najczęstszym i najbardziej brzemienym w skutki antropogenicznym zaburzeniem funkcjonowania ekosystemów wodnych [7, 16].

Analiza dostępnych materiałów wykazała, że technologia oczyszczania ścieków przyjęta w oczyszczalni w Polańczyku pozwala na oczyszczanie ścieków w stopniu zadowalającym, zgodnie z warunkami określonymi w pozwoleniu wodnoprawnym. Jeszcze w latach 2001 i 2002 (już po modernizacji obiektu) wartości BZT₅, ChZT, N_{og} i P_{og} w ściekach oczyszczonych były nieco wyższe niż są obecnie. Analiza wyników z lat 2001-2010 pozwoliła zaobserwować niewielką tendencję wzrostową jedynie dla zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych (tab. 5.).

Tabela 5. Średnie wartości stężeń zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych

Wskaźnik zanieczyszczeń	Jednostka	Wartość średnia w roku				
		2001	2002	2008	2009	2010
Zawiesiny	[mg/dm ³]	3,0	3,0*	6,7	8,9	5,3*
BZT ₅	[mg O ₂ /dm ³]	12,2	8,2*	4,6	5,8	5,4*
ChZT	[mg O ₂ /dm ³]	21,9	14,9*	21,0	28,8	17,0*
N _{og}	[mg N/dm ³]	11,3	12,8*	8,6	7,9	13,8*
P _{og}	[mg P/dm ³]	1,9	4,8*	0,85	0,65	0,18*

* dla lat 2002 i 2010 dostępne są wyniki jednej analizy laboratoryjnej

W latach 2001 i 2002 w przypadku fosforu ogólnego stężenie w ściekach oczyszczonych wahało się w granicach 0,19-4,80 mg P/dm³, obiekt więc nie spełniał wymogów pozwolenia wodnoprawnego (wartość P_{og} wynosiła wówczas

1,0 mg P/dm³). Przyczyną takiego stanu mogło być wtórne wydzielanie się fosforu z osadu w osadniku wtórnym. W ostatnich trzech latach stężenie fosforu ogólnego w ściekach oczyszczonych nie zostało przekroczone. Na wzrost zawiesiny w ściekach oczyszczonych w ostatnich latach najprawdopodobniej wpływa praca komór napowietrzania. Za małe ilości tlenu mogą przyczynić się do rozwoju bakterii nitkowatych, które pogarszają właściwości sedymentacyjne osadu (tj. jego puchnięcie). Również zbyt intensywne napowietrzanie w komorze nityfikacji może rozbijać kłaczki osadu, a tym samym wpływać negatywnie na proces sedymentacji w osadniku. Zmniejszenie ilości zawiesiny odpływającej do odbiornika ze ściekami oczyszczonymi można osiągnąć poprzez kontrolę pracy komory napowietrzania lub poprzez zastosowanie w osadniku wtórnym środków wspomagających sedymentację.

W pracy podjęto również próbę oceny procesu utylizacji osadów ściekowych wytwarzanych w oczyszczalni. Według pozyskanych danych od administratora obiektu ich ilość to ok. 100 Mg/rok. Zaniechanie mechanicznego odwadniania osadów spowodowało, że są one jedynie odwadniane na poletku osadowym, a następnie okresowo wywożone na składowisko odpadów. Ze względu na planowany w Polsce od 2013 r. całkowity zakaz przyjmowania osadów ściekowych na składowiska odpadów należy pilnie szukać właściwych rozwiązań. Wskazany kierunek zagospodarowania ustabilizowanego osadu z oczyszczalni ścieków w Polańczyku byłoby wykorzystanie go w rolnictwie, przy spełnieniu warunków wykorzystania osadów określonych Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych [15]. W pracy podjęto analizę takiego rozwiązania.

Osady powstające w oczyszczalni poddano analizie, wykorzystując próbki osadu pobrane z poletka osadowego. W lutym 2010 r. analizę osadów ściekowych przeprowadziło Laboratorium Akredytowane SGS EKO-Projekt w Pszczynie, na zlecenie osób zarządzających oczyszczalnią. Dodatkowo w marcu 2010 r. badania dwóch uśrednionych próbek osadów przeprowadzono w laboratoriach Katedry Inżynierii i Chemii Środowiska oraz Zakładu Oczyszczania i Ochrony Wód Politechniki Rzeszowskiej. Otrzymane wyniki zestawiono w tab. 6. i odniesiono do wymagań, jakie stawia obowiązujące rozporządzenie (tab. 7.).

W analizowanych próbkach osadów ściekowych zawartość metali ciężkich jest znacznie niższa od wartości progowej podanej w rozporządzeniu i gdyby tylko to „kryterium” decydowało o wykorzystaniu osadów w rolnictwie, to z pewnością można by je tak zagospodarować. Jednak badania mikrobiologiczne i parazytologiczne osadu składowanego na poletku osadowym, przeprowadzone w lutym 2010 r. w laboratorium akredytowanym, wykazały obecność bakterii *Salmonella spp.*, co niestety nie pozwala na wykorzystanie osadów w rolnictwie i do rekultywacji gruntów do celów nierolnych. Badania osadu również z poletka osadowego przeprowadzone w marcu 2010 r. w laboratorium PRz nie wyka-

Tabela 6. Wyniki analiz osadów ściekowych

Parametr badany	Jednostka	Wartość analizowanego parametru		
		laboratorium akredytowane	laboratorium KLiChŚ + ZOiOW	
			próbka 1.	próbka 2.
Odczyn	pH	7,60	8,10	7,55
Sucha masa	[%]	20,5	11,6	14,1
Substancja organiczna	[% s.m.]	47,3	53,7	68,2
N _{org}	[% s.m.]	2,70	19,2	21,4
P _{org}	[% s.m.]	0,87	0,14	0,15
Zawartość metali ciężkich	ołów	[mg/kg s.m.]	44,0	-
	kadm	[mg/kg s.m.]	2,17	1,6
	rtęć	[mg/kg s.m.]	0,48	-
	nikiel	[mg/kg s.m.]	21,2	16,0
	cynk	[mg/kg s.m.]	855	709
	miedź	[mg/kg s.m.]	85,7	150,9
	chrom	[mg/kg s.m.]	30,3	-
Obecność bakterii chorobotwórczych z rodzaju <i>Salmonella spp.</i>	[liczba/kg s.m.]	obecne	nie wyizolowano	nie wyizolowano
Liczba żywych jaj pasożytów jelitowych	[liczba/kg s.m.]	nie wyizolowano	252	218

Tabela 7. Warunki określające wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne i nierolne, zgodnie z rozporządzeniem [15]

Parametr badany		Jednostka	Wartości dopuszczalne przy zastosowaniu komunalnych osadów ściekowych	
			w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne	do rekultywacji gruntów na cele nierolne
Zawartość metali ciężkich	ołów	[mg/kg s.m.]	750	1000
	kadm	[mg/kg s.m.]	20	25
	rtęć	[mg/kg s.m.]	16	20
	nikiel	[mg/kg s.m.]	300	400
	cynk	[mg/kg s.m.]	2500	3500
	miedź	[mg/kg s.m.]	1000	1200
chrom	[mg/kg s.m.]	500	1000	
Bakterie z rodzaju <i>Salmonella spp.</i> w 100 g osadów przeznaczonych do badań		[liczba/kg s.m.]	nie wyizolowano	nie wyizolowano
Liczba żywych jaj pasożytów jelitowych w 1 kg suchej masy		[liczba/kg s.m.]	0	<300

zały obecności tych bakterii. W analizowanej próbie obecne były jednak żywe jaja pasożytów jelitowych, co również dyskwalifikuje osady do wykorzystania w rolnictwie, ale pozwala na rekultywację terenów do celów nierolnych.

Zasadność wykorzystania osadów ściekowych wynika z dużej ilości N i P. Przykładowo osad wstępny z komunalnej oczyszczalni ścieków zawiera 2-7% s.m. azotu i 0,4-3,0% s.m. fosforu, a nawóz naturalny (jakim jest np. obornik bydlęcy) odpowiednio 0,45% s.m i 0,087% s.m [9]. Wynik dla azotu ogólnego próbki analizowanej w laboratorium akredytowanym był znacznie niższy, w porównaniu z próbami analizowanymi w laboratorium KLiChŚ. W przypadku zaś fosforu ogólnego wartość ta była ponad 5-krotnie wyższa. Na takie właściwości nawozowe osadów wpływ mógł mieć proces stabilizacji osadów w analizowanym okresie.

5. Ocena pracy obiektów oczyszczalni oraz rozwiązań modernizacyjnych

Jak wcześniej wspomniano, w 2003 r. – zaledwie dwa lata po zamianie złóż biologicznych na osad czynny – dokonano kolejnej modernizacji oczyszczalni. Głównym tego powodem było niewłaściwe rozwiązanie gospodarki osadowej, w tym trudności z mechanicznym odwadnianiem osadów na prasie taśmowej, który to proces całkowicie zaniechano. Wprowadzone zmiany modernizacyjne odwadniania osadów na poletkach oraz zastosowanie napowietrzania w jednej z komór osadowych (przeróbka na komorę stabilizacji tlenowej) nie przyniosły spodziewanych rezultatów. Pozostawione ze „starej” oczyszczalni osadniki Imhoffa nie są obiektami w pełni przystosowanymi do projektowanych tam procesów fermentacji i stabilizacji tlenowej. Spełniają one jedynie funkcję komór czasowego przetrzymywania osadów. Zaniechanie eksploatacji mechanicznego odwadniania osadów i trudności z odwadnianiem na poletkach powodują stały wzrost ich ilości. Ze względu na niepełną stabilizację oraz niedostateczne odwodnienie nie znajdują one odbiorcy (jedynie część trafia na składowisko).

Niewłaściwie prowadzona gospodarka osadowa wpływa negatywnie na pracę nitki technologicznej oczyszczania ścieków. Brak możliwości usuwania osadów z osadnika wstępnego spowodował całkowite wypełnienie obiektu osadami. Poważna część zanieczyszczeń nieoddzielonych od ścieków w mechanicznej części oczyszczalni powoduje ich osadzanie się w KDF. Do tych trudności eksploatacyjnych należy dodać nefunkcjonowanie piaskownika pionowego oraz niewybudowanie planowanego w projekcie punktu zlewnego. Wozy asenizacyjne opróżniane wprost do ostatniej studzienki na kanale wlotowym powodują poważne chwilowe obciążanie oczyszczalni nadmiernym ładunkiem zanieczyszczeń.

6. Wnioski

1. Technologia przyjęta w oczyszczalni w Polańczyku zapewnia dobrą skuteczność oczyszczania ścieków z zachowaniem właściwej pracy urządzeń. Ścieki oczyszczane spełniają warunki określone w pozwoleniu wodnoprawnym.
2. Udział związków azotu i fosforu wprowadzanych do wód zbiornika zaporowego Solina w ściekach odprowadzanych z oczyszczalni stanowi znikomy procent ogólnego bilansu masowego związków biogenych.
3. Należy prowadzić działania mające na celu zmniejszenie ładunków związków biogenych doprowadzanych do Zbiornika Solińskiego ze źródeł komunalnych (również z oczyszczalni w Polańczyku), aby uchronić zbiornik przed postępującą degradacją.
4. Należy wykonać ekspertyzę w celu określenia przyczyn niedziałania piaskownika pionowego oraz prasy taśmowej do mechanicznego odwadniania osadów.
5. Należy wybudować punkt zlewny wraz ze zbiornikiem retencyjnym dla ścieków z opróżnianych wozów asenizacyjnych.
6. Uporządkowanie gospodarki osadami ściekowymi jest najpilniejszym zadaniem, którego niewykonanie spowoduje w najbliższym czasie poważne zakłócenia w procesie technologicznym oczyszczania ścieków.
7. Zaleca się przeprowadzenie kolejnych analiz próbek osadów ściekowych składowanych na poletku osadowym. Jeśli kolejne badania wykażą obecność bakterii *Salmonella spp.* oraz żywych jaj pasożytów, należy zastanowić się nad dopracowaniem technologii stabilizacji osadów, np. wydłużeniem czasu tlenowej stabilizacji lub fermentacji beztlenowej. Pełna stabilizacja pozwoli na wykorzystanie osadów w rolnictwie.

Literatura

1. Bartoszek L., Koszelnik P., Tomaszek J.A.: Obciążenie zewnętrzne i retencja fosforu w zbiornikach zaporowych Solina – Myczkowce, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej: Budownictwo i Inżynieria Środowiska, nr 268, 2009, s. 5-15.
2. Chudy Ł.: Zespół zbiorników Solina – Myczkowce na Sanie, Gazeta Obserwatora IMGW, nr 4/2004, s. 16-20.
3. Gruca-Rokosz R., Bartoszek L., Tomaszek J.A.: Koncentracja metali ciężkich w osadach dennych Zbiornika Solińskiego, III Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Postęp w inżynierii środowiska”, Rzeszów-Polańczyk 2003, s. 311-319.
4. Kajak Z.: Eutrofizacja nizinnych zbiorników zaporowych. Procesy biologiczne w ochronie i rekultywacji nizinnych zbiorników zaporowych, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź 1995, s. 33-41.
5. Koszelnik P.: Źródła i dystrybucja pierwiastków biogenych na przykładzie zespołu zbiorników zaporowych Solina – Myczkowce, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2009.

6. Koszelnik P., Płużański A.: Spływ związków azotu i fosforu ze zlewni Zbiornika Solińskiego, I Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Postęp w inżynierii środowiska”, Rzeszów–Polańczyk 1999, s. 237-244.
7. Lampert W., Sommer U.: Ekologia wód śródlądowych, Wydaw. PWN, Warszawa 2001.
8. Płużański A., Półtorak T., Tomaszek J., Granops M., Żurek R., Dumnicka E.: Charakterystyka limnologiczna zbiorników kaskady górnego Sanu. Funkcjonowanie ekosystemów wodnych, ich ochrona i rekultywacja. Ekologia zbiorników zaporowych i rzek, mat. CPBP 04.10, SGGW, AR, Warszawa 1990, s. 264-281.
9. Podedworna J., Umiejewska K.: Technologia osadów ściekowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.
10. Pozwolenie wodnoprawne Wojewody Podkarpackiego z dnia 26 października 2004 r. na pobór wody dla potrzeb m. Polańczyk z Zalewu Solińskiego i odprowadzenie ścieków komunalnych z m. Polańczyk.
11. Projekt PT, część technologiczna: Modernizacja oczyszczalni ścieków w Polańczyku, Biuro Projektów „Biprowod” Warszawa, Warszawa 1997.
12. Raport Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Rzeszowie, Stan środowiska w województwie podkarpackim, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Rzeszów 1999.
13. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód i do ziemi, Dz.U. RP z 1991 r. Nr 116, poz. 503.
14. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 r. zmieniające rozporządzenie 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 27, poz. 169.
15. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych, Dz.U. Nr 137, poz. 924.
16. Smoroń S.: Obieg fosforu w rolnictwie i zagrożenie jakości wody, Zeszyty Edukacyjne IMUZ, nr 1/1996, s. 87-104.

ANALYSIS OPERATION OF THE WASTEWATER TREATMENT PLANT IN THE POLAŃCZYK IN ASPECT OF THE SOLINA RESERVOIR PROTECTION

Abstract

The subject of this study is to analysis and evaluate the operation of Polańczyk WWTP in aspect of the Solina reservoir protection. The paper also presents a problem with the use of emerging from the process of sewage sludge and the potential ecological risks arising out of improper operation of the object.

Złożono w Oficynie Wydawniczej w lipcu 2011 r.