

ZOFIA SADECKA*, LECH KUROCZYCKI**

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH Z OCZYSZCZALNI W ŻARACH

Streszczenie

W pracy przedstawiono dane dotyczące gospodarki osadami w oczyszczalni ścieków w Żarach. Omówiono właściwości fizyczno-bakteriologiczne oraz zawartość metali w osadach ściekowych, kwalifikujące je do zagospodarowania. Przedstawiono wprowadzone w oczyszczalni solarne suszenie osadów, i możliwości ich wykorzystania..

Słowa kluczowe: osady ściekowe, suszenie solarne, wykorzystanie osadów

WSTĘP

W ostatnim okresie lansowany jest termin „bioodpady” (*biosolids*). Termin ten oznacza, że osady ściekowe są materiałem organicznym mającym niezaprzeczną wartość użytkową. Przyjęcie tego terminu jest uzasadnione tym bardziej, że wielu specjalistów i przedstawicieli grup decydenckich jest zdania, że przyrodnicze, w tym rolnicze wykorzystanie osadów jest i pozostanie nadal najlepszym, perspektywicznym rozwiązaniem problemu osadów ściekowych, szczególnie dla oczyszczalni małych i średniej wielkości. Wynika to ze stosunkowo niskich kosztów tego sposobu zagospodarowania jak i stosunkowo małego ryzyka dla środowiska – pod warunkiem respektowania odpowiednich przepisów.

Przez komunalne osady ściekowe rozumie się pochodzące z oczyszczalni ścieków osady z komór fermentacyjnych oraz innych instalacji służących do oczyszczania ścieków komunalnych i innych ścieków o składzie zbliżonym do składu ścieków komunalnych [Dz. U. nr 39/2007, poz. 251]. Strategicznym kierunkiem zagospodarowania osadów w Polsce powinno być ich przyrodnicze

* Uniwersytet Zielonogórki, Instytut Inżynierii Środowiska

** doktorant kierunku inżynieria środowiska; Uniwersytet Zielonogórki, Instytut Inżynierii Środowiska

wykorzystanie. Istnieje jednak wiele uwarunkowań ograniczających ten sposób ostatecznego unieszkodliwiania osadów. Są to m.in.:

- niespójność przepisów regulujących zasady i warunki przyrodniczego wykorzystania osadów,
- brak rozwiązań systemowych związanych z wykorzystaniem osadów,
- brak skutecznego systemu kontroli wykorzystania osadów,
- nadmierne zawartości metali ciężkich i substancji szkodliwych, szczególnie w osadach pochodzących z dużych miast,
- możliwość skażenia sanitarnego osadów oraz brak odpowiednich terenów, na których stosowanie osadów byłoby ekonomicznie uzasadnione.

Możliwości zagospodarowania osadów ściekowych są wypadkową wielu czynników. Są to: właściwości fizyczne (wilgotność, podatność na odwadnianie, wartość opałowa, ciepło spalania), chemiczne (stężenie np. metali ciężkich, dioksyn i furanów) oraz sanitarne (obecność bakterii, wirusów, drożdży, grzybów, cyst pierwotniaków, jaj robaków). Istotne są również względy ekonomiczne – akceptowalny poziom kosztów przeróbki i unieszkodliwiania oraz względy prawne – aktualne uregulowania legislacyjne polskie i unijne.

Realizowana w Polsce budowa nowych i modernizacja istniejących oczyszczalni ścieków, a także konieczność zwiększania efektywności oczyszczania ścieków spowodowały znaczny wzrost ilości osadów. Wzrastająca ilość osadów, wysokie koszty przeróbki, coraz wyższe wymagania jakościowe oraz nowe regulacje prawne wymuszają konieczność poszukiwania nowych rozwiązań w gospodarce osadowej, szczególnie w zakresie ich ostatecznego zagospodarowania. Powstające w procesach oczyszczania ścieków osady powinny być na terenie oczyszczalni poddane przeróbce w celu:

- zmniejszenia objętości osadów (zagęszczanie),
- mineralizacji związków organicznych (stabilizacja osadów, zmniejszająca zagniwalność),
- dezaktywacji organizmów chorobotwórczych – higienizacja osadu,
- zmniejszenia objętości i masy – odwadnianie, suszenie lub spalanie osadu.

W Polsce podstawowym aktem prawnym, dotyczącym gospodarki odpadami jest ustawa z 2001r. o odpadach. Ustawa określająca postępowanie z odpadami zalicza do odpadów również komunalne osady ściekowe. Zgodnie z załącznikiem nr 1 ustawy, osady ściekowe należą do kategorii Q9 i są to pozostałości z procesów usuwania zanieczyszczeń, nie zaliczane do odpadów niebezpiecznych, zgodnie z katalogiem odpadów oznaczone kodem 19 08 09 [Dz. U. nr 62 poz. 628 z p. zm.].

Zgodnie z wymogami ustawy, odpady powinny być w pierwszej kolejności poddawane odzyskowi lub unieszkodliwiane w miejscu ich powstania (art. 13 ust. 1).

Zgodnie z zapisami w załączniku nr 5 do ustawy, symbol odzysku R10 dopuszcza rozprowadzanie osadów na powierzchni ziemi, w celu nawożenia, ulepszenia właściwości gleby lub rekultywacji gleby i ziemi.

Sposób prowadzenia odzysku nieprzetworzonych osadów – oznaczonych symbolem R10 zawarty został w art. 43 ustawy. Zgodnie z zapisami artykułu, komunalne osady ściekowe mogą być stosowane:

- w rolnictwie, rozumianym jako uprawa wszystkich płodów rolnych wprowadzanych do obrotu handlowego, włączając w to uprawy przeznaczone do produkcji pasz,
- do rekultywacji terenów, w tym gruntów na cele rolne,
- do dostosowania gruntów do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu,
- do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu,
- do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i do produkcji pasz.

Bardzo ważnym czynnikiem dopuszczającym stosowanie osadów jest podanie ich stabilizacji. Cytując zapisy art. 32 ust. 2 ustawy, komunalne osady ściekowe mogą być stosowane tzn. rozprowadzane na powierzchni ziemi lub wprowadzane do gleby, jeżeli są ustabilizowane oraz przygotowane odpowiednio do celu i sposobu ich stosowania, w szczególności przez poddanie ich obróbce biologicznej, chemicznej, termicznej lub innemu procesowi, który obniża podatność komunalnego osadu ściekowego na zagniwanie i eliminuje zagrożenie dla środowiska lub zdrowia ludzi.

Szczegółowe zasady stosowania nieprzetworzonych osadów określone zostały w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002r. – w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U.02.134.1140).

Uchwałą Rady Ministrów nr 219 z 29 października 2002r. przyjęty został *Krajowy Plan Gospodarki Odpadami - KPGO* (MP nr 11, poz.159). Plan podaje, że w Polsce powstało w 2001 roku 360 tys. Mg suchej masy osadów, z tego 42% wytwarzanych komunalnych osadów ściekowych unieszkodliwiono przez składowanie (w myśl prawodawstwa unijnego składowanie nie jest procesem unieszkodliwiania), a procesowi odzysku poddano 22% (w tym w celach przemysłowych 8%, a w rolnictwie 14% osadów).

W Polsce kompostuje się 7% osadów ściekowych, a przekształca termicznie jedynie 2%. W oczyszczalniach ścieków komunalnych magazynowano ok. 27% osadów ściekowych. W KPGO znalazła się również lista możliwych kierunków zagospodarowania wytworzonych osadów. Preferowaną metodą postępowania z nimi ma być kompostowanie. KPGO zakłada, że ilość osadów kompostowanych w 2014 r. może wzrosnąć nawet do 20% ich całkowitej masy wytworzonej w kraju.

Gospodarka osadami ściekowymi nie posiada długoletniej tradycji i nie do czekała się jeszcze w naszym kraju uznanych standardów. Problem gospodaro-

wania osadami nadal stanowi kwestię otwartą, szczególnie ze względów finansowych. Funkcjonujące do tej pory różne technologie odzysku i unieszkodliwiania osadów ściekowych są rozwiązaniami często indywidualnymi, realizowanymi wybiórczo, a w ostatnich latach daje się w kraju wyraźnie zauważyć trend do wdrażania nowoczesnych przedsięwzięć w tej dziedzinie [Oleszkiewicz 1998].

Bardzo ważną i w miarę bezpieczną metodą jest wykorzystanie osadów ściekowych do rekultywacji po uprzedniej przeróbce termicznej i higienizacji. Problematykę związaną z przeróbką i zagospodarowaniem osadów ściekowych przedstawiono na przykładzie oczyszczalni ścieków w Żarach (woj. lubuskie), w której włączono do eksploatacji urządzenia do solarnego suszenia osadów ściekowych.

ILOŚĆ I SKŁAD CHEMICZNY OSADÓW POWSTAJĄCYCH W OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W ŻARACH

W wyniku procesów oczyszczania ścieków na oczyszczalni „Złota Struga” w Żarach w ciągu roku powstaje ok. 3 600 Mg odwodnionego osadu o zawartości suchej masy w granicach 19%. Charakterystykę składu fizyczno-chemicznego i bakteriologicznego osadów przedstawiono w tab. 1.

Tab.1. Charakterystyka składu fizyczno-chemicznego osadów ściekowych powstających w oczyszczalni ścieków „Złota Struga” w Żarach

Tab.1. Characteristic of physical – chemical analysis of sewage sludge in sewage treatment “Złota Struga” in Żary

Wskaźnik	Jednostka	Średnie wartości wskaźnika w roku		
		2010	2011	2012
pH	-	6,6-7,9	6,4-7,8	6,9-7,6
Sucha masa	%	82,73	77,4	67,77
Sucha masa organiczna	% s.m.	72,30	51,88	59,60
Azot ogólny	% s.m.	2,36	3,35	4,86
Fosfor ogólny	% s.m.	2,65	2,34	2,53
Wapń	% s.m.	3,70	6,05	4,06
Magnez	% s.m.	0,47	0,53	0,45
Liczba żywych jaj pasożytów	-	0,00	0,00	0,00
Obecność bakterii <i>Salmonella</i>	-	brak	brak	brak

Prowadzone w latach 2010-2012 systematyczne badania jakości osadów wskazywały, że nie zawierały one żywych jaj pasożytów przewodu pokarmowego oraz bakterii z grupy *Salmonella* (tab. 1). Osady charakteryzowały się

zawartością suchej masy organicznej w zakresie od 51,88 do 72,30% s.m, azotu ogólnego od 2,36 do 4,86% s.m, oraz fosforu od 2,34 do 2,53% s.m.

Dane dotyczące zawartości metali w osadach z oczyszczalni ścieków w latach 2010-2012 przedstawiono graficznie na rys.1-7, a średnie roczne stężenia analizowanych metali w osadach zestawiono w tabeli 2.

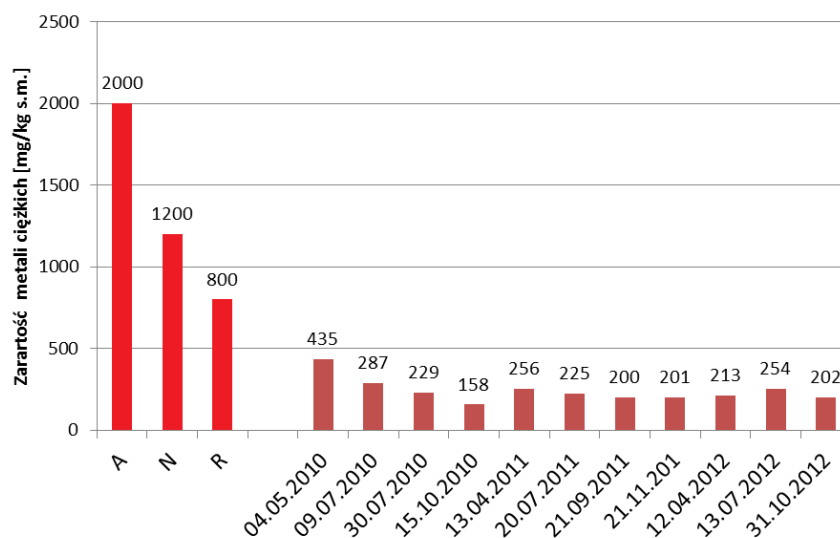
Na diagramach (rys. 1-7) porównano poziom zawartości metali ze standardami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych [Dz.U. nr 62 poz. 628] stosując oznaczenia:

A – poziom metalu dopuszczający osady do rekultywacji terenów, w tym gruntów na cele rolne oraz do dostosowania gruntów do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowaniu terenu,

N – poziom metalu dopuszczający osady do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu oraz do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i produkcji pasz,

R – poziom metalu dopuszczający osady do stosowania w rolnictwie, rozumianym jako uprawa wszystkich płodów rolnych wprowadzanych do obrotu handlowego, włączając w to uprawy przeznaczone do produkcji pasz.

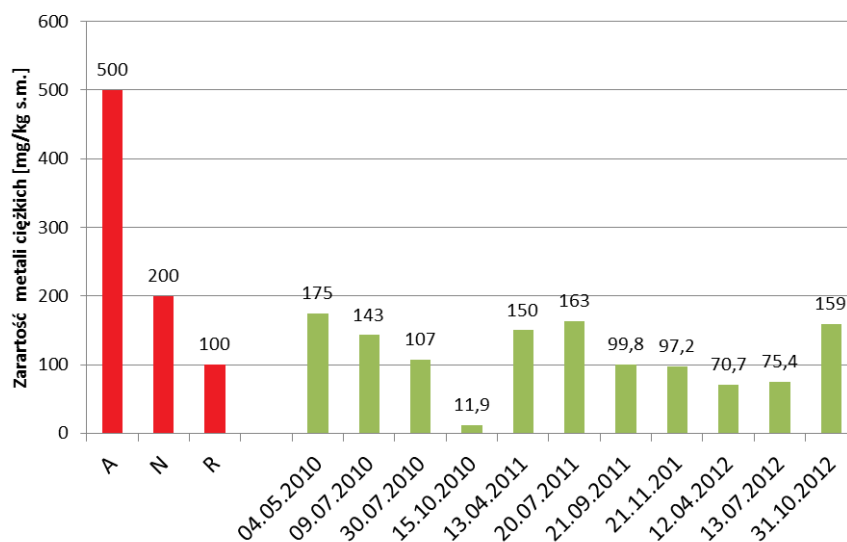
Miedź



Rys. 1. Zawartość miedzi w osadach z oczyszczalni ścieków w Żarach w porównaniu z wartościami dopuszczalnymi
 Fig. 1. Copper contents in sewage sludge from sewage treatment in Żary in comparison with standards

Zawartość miedzi w osadach w latach 2010-2012 kształtowała się na poziomie od 158 do 435 mg/kg suchej masy osadu. Zawartości te są ponad dwukrotnie niższe od wartości dopuszczającej osady do stosowania w rolnictwie, rozumianym jako uprawa wszystkich płodów rolnych wprowadzonych do obrotu handlowego, włączając w to uprawy przeznaczone do produkcji pasz.

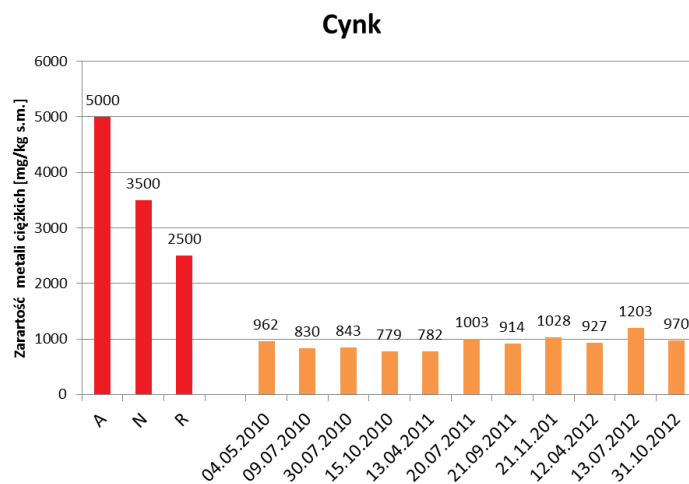
Nikiel



Rys. 2. Zawartość niklu w osadach z oczyszczalni ścieków w Żarach w porównaniu z wartościami dopuszczalnymi
 Fig. 2. Nickel contents in sewage sludge from sewage treatment in Żary in comparison with with standards

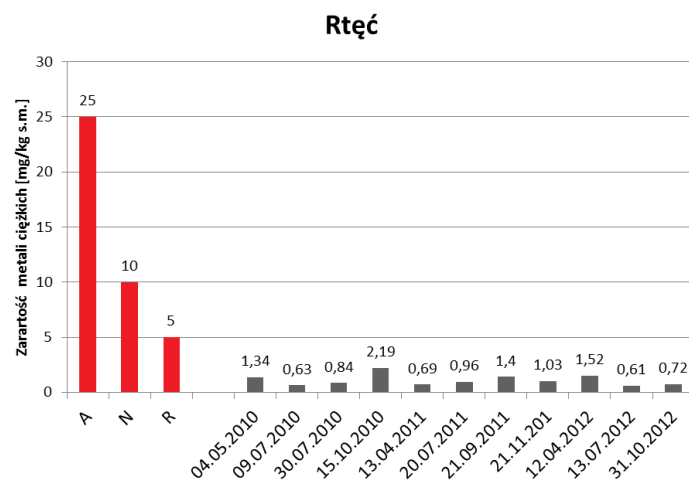
Zawartość niklu w osadach kształtowała się w latach 2010 - 2012 na poziomie od 11,9 do 175,0 mg/kg suchej masy osadu (rys. 2). Wielkości te dyskwalifikują osady do stosowania w rolnictwie. Stwierdzone zawartości niklu w osadach w maju i lipcu 2010 r. oraz w kwietniu i lipcu 2011 r. a także w październiku 2012 r. pozwalają na stosowanie tych osadów wyłącznie do rekultywacji terenów.

Zawartości cynku w osadach w latach 2010-2012 kształtowały się na poziomie od 779 do 1203 mg/kg suchej masy osadu i nie przekraczały dopuszczalnych wartości określonych dla osadów stosowanych w rolnictwie (rys. 3).

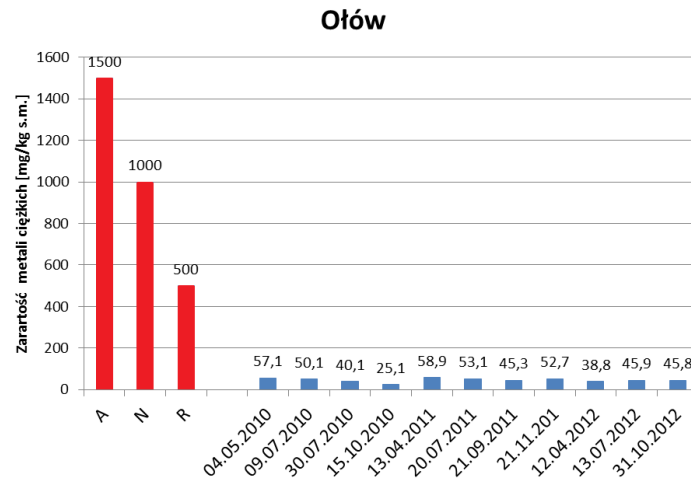


Rys. 3. Zawartość cynku w osadach z oczyszczalni ścieków w Żarach w porównaniu z wartościami dopuszczalnymi
 Fig.3. Zinc contents in sewage sludge from sewage treatment in Żary in comparison with standards

Zawartości rtęci w osadach ściekowych osiągały wartości od 0,61 do 2,19 mg/kg suchej masy osadu. Poziom zawartości rtęci w osadach był ponad 2-krotnie niższy od poziomu wyznaczonego normą dopuszczającą osady do stosowania w rolnictwie (rys. 4).



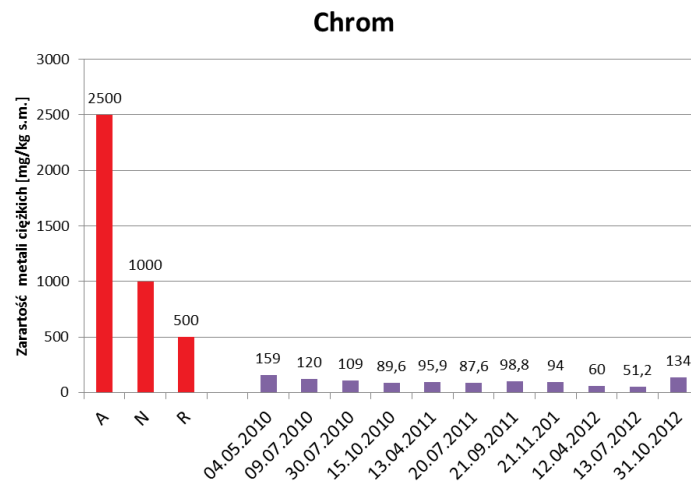
Rys. 4. Zawartość rtęci w osadach z oczyszczalni ścieków w Żarach w porównaniu z wartościami dopuszczalnymi
 Fig. 4. Mercury contents in sewage sludge from sewage treatment in Żary in comparison with standards



Rys. 5. Zawartość ołowiu w osadach z oczyszczalni ścieków w Żarach w porównaniu z wartościami dopuszczalnymi

Fig.5. Lead contents in sewage sludge from sewage treatment in Żary in comparison with standards

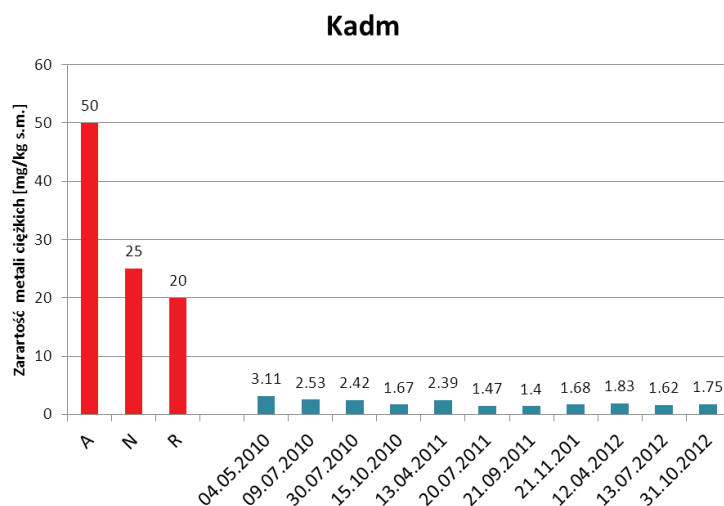
Zawartość ołowiu w osadach od 53,8 do 279,8 mg/kg s.m. klasyfikuje osady jako nadające się do stosowania w rolnictwie (rys. 5).



Rys. 6. Zawartość chromu w osadach z oczyszczalni ścieków w Żarach w porównaniu z wartościami dopuszczalnymi

Fig. 6. Chrome contents in sewage sludge from sewage treatment in Żary in comparison with standards

Zawartość chromu w osadach wynosiła od 51,2 do 159,0 mg/kg s.m. (rys. 6). Najwyższą zawartość chromu w osadach (159,0 mg/kg s.m.) stwierdzono w maju 2010r. W pozostałych miesiącach 2010r. oraz w latach 2011 i 2012 zawartości chromu były zdecydowanie niższe, umożliwiające stosowanie osadów w rolnictwie.



Rys. 7. Zawartość kadmu w osadach z oczyszczalni ścieków w Żarach w porównaniu z wartościami dopuszczalnymi
 Fig. 7. Cadmium contents in sewage sludge from sewage treatment in Żary in comparison with standards

Zawartości kadmu w osadach od 1,40 do 3,11 mg/kg (rys.7) nie przekraczały wartości dopuszczającej osady do stosowania w rolnictwie.

Wyniki badań dotyczące zawartości metali w osadach ściekowych w latach 2010 i 2012 zestawiono w tabeli 2.

Z danych zawartych w tabeli 2 oraz przedstawionych na diagramach (rys. 1-7) wynika, że zawartość metali kwalifikuje osady z oczyszczalni w Żarach do ich przyrodniczego wykorzystania, za wyjątkiem zawartości niklu, które uniemożliwiają ich wykorzystanie w rolnictwie do uprawy płodów rolnych do celów handlowych oraz do produkcji pasz.

Tab. 2. Zawartość metali ciężkich w osadach ściekowych w latach 2010-2012
 Tab. 2. *Contains of heavy metals in sewage sludge in 2010-2012*

Metale	Jednostka	Średnia zawartość metali w osadach w roku			Wartość dopuszczalna
		2010	2011	2012	
Miedź	mg/kg s.m.	277,25	220,50	223,00	800
Nikiel	mg/kg s.m.	109,23	127,50	101,70	100
Cynk	mg/kg s.m.	853,50	931,75	1033,33	2500
Rtęć	mg/kg s.m.	1,25	1,02	0,95	5
Ołów	mg/kg s.m.	43,10	52,50	43,50	500
Kadm	mg/kg s.m.	2,43	1,74	1,73	20
Chrom	mg/kg s.m.	119,40	94,08	81,73	500

SOLARNE SUSZENIE OSADÓW

Dotychczas w procesie suszenia osadów ściekowych stosowano przede wszystkim suszenie konwekcyjne lub kontaktowe. Jako źródło ciepła najczęściej wykorzystywane są: olej opałowy, gaz ziemny i gaz fermentacyjny, rzadziej energia słoneczna.

Solarne suszenie osadów ściekowych różni się od innych, obecnie szeroko stosowanych technologii suszenia przede wszystkim temperaturą procesu. W suszarniach typu bębnowego, fluidalnego, tarczowego odparowanie wody zachodzi w temperaturze $>100^{\circ}\text{C}$.

W suszarniach solarnych natomiast, proces suszenia prowadzony jest przy znacznie niższych temperaturach, przy jednoczesnym wykorzystaniu efektu cieplarnianego, powstającego w obiekcie suszarni pokrytej płytami poliwęglanowymi przepuszczającymi promienie słoneczne.

Siłą napędową procesu suszenia jest różnica ciśnień cząstkowych pary wodnej w powietrzu suszącym i pary nasyconej w warstwie nad powierzchnią osadów. Ciepło niezbędne do odparowania wody z osadów jest pobierane z energii promieniowania słonecznego. Czas suszenia osadów ściekowych w suszarniach słonecznych zależy głównie od:

- natężenia promieniowania słonecznego (ilości ciepła dostarczanego do warstwy osadów ściekowych),
- temperatury powietrza suszącego i jego wilgotności względnej,
- prędkości strumienia powietrza suszącego,
- wysokości warstwy osadów.

W październiku 2008 r. na terenie oczyszczalni ścieków „Złota Struga” w Żarach przystąpiono do realizacji inwestycji związanej z budową nowoczesnej solarnej suszarni osadów ściekowych. Suszarnia o powierzchni ok. 4176 m² została zlokalizowana na terenie oczyszczalni. Widok na hale suszarnicze przedstawiono na fot. 1 i 2.



*Fot. 1. Widok na hale suszarni solarnej w Żarach
w czasie robót montażowych (fot. autor)*

Fot. 1. View on solar drying building in Żary during assembly works (fot. autor)



*Fot.2. Widok hali z przewracarką osadów ściekowych
w czasie rozruchu technologicznego (fot. autor)*

Fot. 2. View on solar drying building during start - up (fot. autor)

Dla potrzeb słonecznego suszenia osadów z oczyszczalni ścieków w Żarach została wybudowana suszarnia złożona z trzech hal o parametrach przedstawionych w tab. 3. Odwodniony osad jest dostarczany i rozplantowywany równomiernie na powierzchni hali suszarniczej. W wyniku intensywnego nasłonecz-

nienia w miesiącach letnich osad podlega ciągłemu suszeniu w układzie on-line. Na początkowym odcinku hali zawsze znajduje się osad bardziej uwodniony, który w miarę zmniejszania wilgotności przesuwany jest przy pomocy przewracarki na koniec hali [Sobczyk 2009].

Tab. 3. Parametry suszarni solarnej w Żarach

Tab. 3. Characteristic parameters of solar drying in Żary

Parametry charakterystyczne	Jednostka	Ilość
Hala suszarni		
Szerokość	m	12
Długość	m	116
Powierzchnia	m ²	1392
Szerokość efektywna	m	11,3
Długość efektywna	m	112
Powierzchnia efektywna suszenia	m ²	1266
Wentylacja		
Ilość wentylatorów w hali	szt.	14
Typ wentylatorów	-	DR-500
Wydajność		
Masa odparowywanej wody	Mg/rok	2703
Masa wysuszonego osadu	Mg/rok	871
Ubytek masy osadu	%	76
Średnia zawartość s.m. w osadzie	% s.m.	78
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh/1 Mg	26

Ze względu na zachodzące równoległe z suszeniem procesy mineralizacji, wysuszony osad ma neutralny, ziemisty zapach, mniejszą o ok. 70% objętość, nie absorbuje ponownie wody i może być składowany na wolnym powietrzu [Sobczyk 2009]. Widok na granulat wysuszonego solarnie osadu przedstawia fot. 3.



Fot.3. Granulat solarnie wysuszonych osadów ściekowych (fot. autor)

Fot. 3. Solar dried sewage sludge granulat (fot. author)

FINALNE ZAGOSPODAROWANIE SOLARNIE WYSUSZONYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Według dotychczasowych licznych doświadczeń, osady ściekowe z oczyszczalni miejskich po odpowiedniej solarnej obróbce termicznej połączonej z higienizacją wpływają korzystnie na vegetację roślin.

W znacznej części badań uzyskano stosunkowo niskie pobranie metali ciężkich przez rośliny uprawiane na glebach nawożonych osadami ściekowymi. Dotyczy to szczególnie ołowiu i miedzi, których stężenie w roślinach uprawianych na osadach ściekowych, zasobnych w metale ciężkie, często nie różniło się od stężeń stwierdzanych w glebach o niskiej zawartości tych metali [Dymaczewski i inni 2011]. Większość autorów stwierdza natomiast znaczną mobilność kadmu i cynku, a więc i ich przyswajalność dla roślin.

Ze względu na fakt, że kadm jest bardziej toksyczny dla roślin i zwierząt niż cynk, przy rolniczym i rekultywacyjnym wykorzystaniu osadów ściekowych szczególnie istotne jest nie przekroczenie dopuszczalnych stężeń kadmu [Gebhardt i inni 1988].

Problem powyższy nie występuje w omawianej oczyszczalni ścieków ponieważ zawartości kadmu w osadach od 1,40 do 3,11 mg/kg suchej masy osadu nie przekraczały w latach 2010-2012 wartości dopuszczającej osady do stosowania w rolnictwie.

Osady ściekowe o znacznej zawartości substancji organicznej, podwyższają w glebach zawartość próchnicy, azotu, fosforu, wapnia i magnezu. Zawartość potasu w glebie przy ich stosowaniu może ulec nawet obniżeniu [Sadecka 2013]. Poprawia się też pojemność sorpcyjna gleby, wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami, a pH w większości gleb wzrasta [Trojanowska 2013].

Istotnym przedsięwzięciem w zagospodarowaniu wysuszonych osadów ściekowych, może być ich wykorzystanie do rekultywacji terenów pogórnich. Do przeprowadzania takich prac można z powodzeniem stosować osady ściekowe, które w znacznym stopniu poprawią właściwości rolnicze i przyrodnicze terenów zdegradowanych przez działalność wydobywczą.

Jest to także bardzo korzystne rozwiązanie mające na celu rozwiązanie problemu ostatecznego zagospodarowania osadów z oczyszczalni ścieków.

LITERATURA

1. DYMACZEWSKI, Z., OLESZKIEWICZ, J., SOZAŃSKI, M.; 2011. Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych oddział w Poznaniu

2. GEBHARDT, H., GRÜN, R., PUSCH, F.; 1988. Zur Anreicherung von Schwermetallen in Böden und Kulturpflanzen durch praktische Klärschlammdüngung. Z. Pflanzenernaähr. Bodenkd., t.151, 307-310
3. OLESZKIEWICZ, J.; 1998. Gospodarka osadami ściekowymi. LEM s.c., Kraków
4. SADECKA, Z.; 2013. Fermentacja i ko fermentacja osadów ściekowych. IV Ogólnopolska Konferencja Szkoleniowa. Metody Zagospodarowania Osadów Ściekowych. Starachowice-Kozienice, 57-70.
5. SOBCZYK, R.; 2009. Studium techniczne dla oczyszczalni ścieków „Złota Struga” w Żarach. EKOTOP Piła
6. TROJANOWSKA, K.; Ekonomiczne aspekty suszenia osadów ściekowych w suszarniach solarnych. IV Ogólnopolska Konferencja Szkoleniowa Metody Zagospodarowania Osadów Ściekowych. Starachowice-Kozienice, 40-46.
7. KRAJOWY PLAN GOSPODARKI ODPADAMI (Monitor Polski nr 11, poz.159).
8. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 01.08.2002r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U. nr 134, poz. 1140).
9. USTAWA O ODPADACH z dnia 27.04.2001r. (Dz.U. nr 62 poz. 628 z p. zm.)

TECHNICAL USAGE OF SEWAGE SLUDGE

S u m m a r y

In this article data depending sewage sludge management in sewage treatment plant in Żary were presented. They are qualified on the basis of physical-bacteriological properties and metal contains in sewage sludge to usage. Solar drying applied in sewage treatment plant produces pelet which may be used in recultivation of post-mining excavation.

Key words: sewage sludge, solar drying, sludge usage