

O GOSPODARCE OSADAMI ŚCIEKOWYMI W POLSCE

Na podstawie szerokiej analizy naukowo-badawczej przedstawiono aktualny stan gospodarki osadami w istniejących miejskich oczyszczalniach ścieków. Zwrócono również uwagę na coraz większe zainteresowanie problematyką utylizacji osadów, wyrażające się m.in. w podejmowaniu coraz szerszych badań technologicznych, ustalających przydatność i możliwości unieszkodliwiania osadów w systemach rolniczych.

Z uwagi na coraz częstsze podejmowanie, nie tylko dyskusji ale i działań, dotyczących różnorodnej problematyki osadów ściekowych przedstawiono w niniejszej publikacji aktualną informację na temat stanu gospodarki osadami ściekowymi w Polsce. Powiązanie zagospodarowania osadów lub ich utylizacji z ochroną środowiska stworzyło szereg nowych, mało znanych dotychczas problemów natury technologicznej. Przyjęcie zatem prawidłowego rozwiązania, dla określonej oczyszczalni czy grupy oczyszczalni, musi być poparte określonym rodzajem badań, pozwalających na stworzenie najbardziej prawdopodobnych parametrów technologicznych.

O charakterze i rodzaju badań związanych z gospodarką osadami informuje również niniejszy artykuł, który oparto na własnych, kilkuletnich wynikach obserwacji i kontaktów naukowo - zawodowych.

Aktualny stan gospodarki osadami

Aktualnie eksploatowanych jest w Polsce ok. 400 miejskich oczyszczalni ścieków i w tej grupie wyróżnia się cztery zasadnicze typy oczyszczalni [15]:

- oczyszczalnie mechaniczne — 177 obiektów,
- oczyszczalnie mechaniczno-biologiczne (złóża) — 135 obiektów
- oczyszczalnie mechaniczno-biologiczne z osadem czynnym — 51 obiektów
- oczyszczalnie mechaniczno-biologiczne inne (stawy ściekowe, pola irygowane, filtry grunto-we) — 31 obiektów

Podstawową metodą przeróbki osadów w wymienionych oczyszczalniach jest stabilizacja biologiczna, prowadzona głównie jako proces fermentacji metanowej. W większości przypadków stosowane są osadniki Imhoffa (240 obiektów) rzadziej otwarte komory WKF (34 obiekty). Ogrzewane WKF stosowane są w 42 oczyszczalniach z tym, że dwustopniową fermentację prowadzi się w 14 oczyszczalniach miejskich, głównie mechaniczno-biologicznych. W niewielu przypadkach stosowana jest tlenowa stabilizacja osadów, najczęściej w rowach biologicznych o przedłużonym napowietrzaniu (17 obiektów). W 57 obiektach nie prowadzi się stabilizacji osadów. Dalszy etap przeróbki to odwadnianie, które prowadzone jest głównie w warunkach naturalnych na poletkach i częściowo w lagunach osadowych.

Zagospodarowanie osadu odwodnionego w kraju jest bardzo zróżnicowane. Nie ma praktycznie zorganizowanego systemu usuwania i unieszkodliwiania osadów ściekowych. Są one na ogół składowane w formie odwodnionej lub wysuszonej na wysypiskach, w lagunach osadowych na terenie oczyszczalni lub innych przypadkowych terenach nieużytecznych.

Tradycyjne formy niezorganizowanego odbioru osadów ścieków, głównie przez indywidualnych rolników i zieleni miejską zdeaktualizowały się w związku ze wzrostem użycia nawozów mineralnych, zaostreniem się wymogów sanitarnych i zrodzeniu się wielu, nie zawsze uzasadnionych, wątpliwości co do jakości osadów, których skład w coraz większym stopniu zależy od zanieczyszczeń ścieków przemysłowych. Poza tym ilość wytwarzanych osadów zwiększyła się w wyniku urbanizacji kraju (budowy i rozbudowy oczyszczalni), rozwoju przemysłu i przekroczyła w większości przypadków wielokrotnie pojemność dotychczasowych terenów indywidualnych gospodarstw [17].

Przeprowadzona przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu analiza stanu zagospodarowania osadów w 42 wybranych oczyszczalniach ścieków w Polsce (tab. 1) daje wyraźny obraz nierozwiązanego, a jednocześnie bardzo pilnego problemu racjonalnego wykorzystania znacznych ilości użytecznych mas odpadowych [7]. Liczba badanych oczyszczalni stanowi ponad 10⁰/o stanu eksploatowanych obiektów w kraju, a zatem jest liczbą wystarczającą do dokonania ogólnej oceny sytuacji gospodarki osadowej. Biorąc pod uwagę tylko zagadnienie utylizacji (tzn. ostateczne unieszkodliwianie), to aktualnie nadal najbardziej powszechną praktyką jest wykorzystywanie osadów przez indywidualnych odbiorców (ok. 45⁰/o), którzy zabierają osad w sposób niezorganizowany.

Rolnicze wykorzystywanie osadów prowadzone w mniejszym lub większym stopniu w sposób zorganizowany dot. tylko 7⁰/o oczyszczalni ścieków. Do tej grupy doliczyć można 10⁰/o oczyszczalni, przekazujących osady dla potrzeb zieleni miejskiej. W sumie więc z ok. 62⁰/o oczyszczalni osady wykorzystywane są w sposób użytkowy, co wcale nie oznacza, że jest to rozwiązanie prawidłowe i racjonalne, gdyż w większości oparte jest na przypadkowych odbiorcach. Pozostała część oczyszczalni unieszkodliwia swoje osady poprzez wywóz

na wysypiska (19%), magazynowanie lub hałdowanie na własnym terenie (14%), wypełniając ewentualne wyrobiska i nierówności terenowe, a także składowanie w lagunach osadowych (5%). Sumarycznie więc ok. 38% oczyszczalni nie utylizuje swoich osadów w sposób racjonalny i traktuje je w większości przypadków jako substancję całkowicie odpadową.

Tego typu możliwości „utylizacji” są na ogół całkowicie wykorzystane i nie mogą być brane pod uwagę w projektach przyszłościowych rozwiązań. Rozpatrując z kolei przyszłościową sytuację związaną z utylizacją osadów, to wg aktualnego rozpoznania tylko 29% oczyszczalni zakłada zorganizowanie pełnego rolniczego wykorzystania osadów, uwarunkowane jednakże uzyskaniem pozytywnych wyników badań fizyko-chemicznych i rolniczych własnych osadów ściekowych. Do tej grupy doliczyć można 26% oczyszczalni, które mają w swoich planach zarówno wykorzystanie w rolnictwie jak i przekazywanie osadów na użytek zieleni miejskiej. Tylko 5% oczyszczalni zamierza przekazywać osady indywidualnym rolnikom. Dotyczy to głównie oczyszczalni małych, gdzie system przekazywania nie będzie miał form zorganizowanych.

Nadal jednak wysoki procent oczyszczalni nie ma skonkretyzowanych czy opracowanych planów użytkowego wykorzystania osadów. 30% oczyszczalni nie posiada żadnego programu docelowego, a 10% wywozić będzie na wysypisko lub składować w lagunach. Mimo częściowej i oczekiwanej poprawy sytuacji, nadal znaczne ilości osadów nie będą wykorzystywane praktycznie w żaden użyteczny sposób. Sytuacja taka wynika zarówno z braku odpowiednich pól lub terenów rolniczego wykorzystania jak również z braku pewności rolniczych właściwości osadów. Prowadzone badania pozwolą z pewnością na zmniejszenie tej bariery i zwiększenia przekonania, że rolnicze wykorzystanie osadów jest najbardziej racjonalną metodą utylizacji, przynajmniej w warunkach naszego kraju.

Jak już podkreślono zagospodarowanie osadów w sposób zorganizowany prowadzone jest w kraju w niewielkiej liczbie oczyszczalni z tym, że jedynym dobrym przykładem może być oczyszczalnia m. Poznania, gdzie całą ilość osadów w formie ciekłej i wysuszonej wykorzystuje się do nawożenia uprawowego w Kombinacie Ogrodniczym. Dla kilku innych oczyszczalni opracowane zostały dopiero programy realizacyjne zagospodarowania osadów [15]. Część tych programów opracowano na podstawie wyników odpowiednich badań. Najszerszy program został zrealizowany dla budowanej COS aglomeracji łódzkiej. Program rolniczej utylizacji osadów opracowany został dla oczyszczalni ścieków w Gorzowie Wielkopolskim i Sarzynie. Możliwości rolniczego zagospodarowania badane były również dla potrzeb oczyszczalni prawobrzeżnej Warszawy, Portu Północnego, oczyszczalni grupowej w Częstochowie, oczyszczalni woj. kieleckiego, konińskiego i m. Wrocławia [4, 14]. Istnieje szereg czynników limitujących i hamujących zorganizowanie i rozwój rolniczego wykorzystania osadów ściekowych w kraju. Pomimo pow-

szecznego przekonania o dużej przydatności nawozowej osadów z jednej strony i znacznym deficycie nawożenia organicznego z drugiej strony niezmiennie trudne jest nadal stworzenie chociażby organizacyjnych zrębów wspólnego zainteresowania obydwu głównych partnerów: gospodarki komunalnej i organizacji rolniczych. Potrzeba wspólnego działania wynikać powinna przecież także ze społecznego punktu widzenia, ze wspólnej troski o czystość naszego środowiska żywego.

Istotnym także czynnikiem hamującym jest brak jednoznacznego stanowiska służb sanitarno-epidemiologicznych odnośnie stopnia zagrożenia chorobotwórczego osadów ściekowych, brak jest wytycznych i także wyraźnego zainteresowania w ich stworzeniu, by określić można było przydatność osadów w rolnictwie również i z sanitarnego punktu widzenia.

Aktualny stan badań prowadzonych w kraju nt. rolniczych systemów utylizacji osadów

Dotychczas prowadzone prace doświadczalne stanowią niewielki wycinek potrzeb, zarówno o charakterze technologicznym jak i organizacyjnym. Problematyka osadowa była przedmiotem prac badawczych od wielu lat z tym, że poprzednio główna uwaga koncentrowała się na procesach technologicznych przeróbki osadów. Badania te dotyczyły głównie procesu fermentacji, tlenowej stabilizacji, a także w dużym stopniu różnych systemów odwadniania osadów [8, 9, 10, 12]. Prace doświadczalne w zakresie dalszego unieszkodliwiania prowadzono w niewielkiej skali. Zainteresowanie tą problematyką ograniczało się m.in. raczej do gromadzenia informacji literaturowej [12, 18] i ewentualnego testowania przydatności rolniczej osadów ściekowych w skali badań laboratoryjnych [4]. Dopiero od połowy lat 70-tych zaczęto formułować programy badawcze, które w szerszym niż dotychczas zakresie zawierały problematykę utylizacji osadów ściekowych. Programy takie były opracowane w byłym Instytucie Gospodarki Wodnej i z kolei realizowane w IMGW, w ramach współpracy z Amerykańską Agencją Ochrony Środowiska [2, 5, 6] jak również w ramach problemów resortowych MAGTOS [2] i Ministerstwa Rolnictwa [4, 5, 6, 7,].

W latach 1975—80 znaczny zakres prac badawczych obejmujących również problematykę utylizacji osadów ściekowych, zarówno w aspekcie technologicznym i organizacyjno-technicznym prowadził Zakład Przyrodniczych Podstaw Kształtowania Środowiska w IKS w Warszawie [15 i 17]. Głównym celem tych prac było zbilansowanie ilościowe i jakościowe różnorodnych odpadów organicznych z równoczesnym określeniem ich przydatności do zagospodarowania przyrodniczego i do rekultywacji. Prace bilansowo-analityczne prowadzono równolegle z wegetacyjnymi badaniami poletkowymi nad przydatnością rolniczą osadów ściekowych z oczyszczalni grupowej w Pruszkowie [17]. Tematyka powyższa jest nadal kontynuowana. Aktywnym ośrodkiem interesują-

cym się problematyką utylizacji osadów jest Częstochowa. Spółka Wodna „Warta” zainspirowała przed kilkoma laty badania nad rolniczą przydatnością osadów ściekowych z oczyszczalni grupowej. Aktualnie prace te są koordynowane przez Centrum Techniki Komunalnej w Warszawie [13] i realizowane we współpracy z Instytutem Chemii Rolnej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii AR we Wrocławiu.

Po przeprowadzeniu testowych badań wegetacyjnych [16] i uzyskaniu wyników pozytywnych, badania będą nadal kontynuowane. Zamierzenia przewidują rozszerzenie zakresu prac na doświadczenia polowe, prowadzone we współpracy z WOPR i Spółką Wodną „Warta” w Częstochowie. W badaniach prowadzonych przez w/w Instytut, a inspirowanych częściowo przez CTK w Warszawie i Spółką „Warta” wykazano, że osady wykazują w zasadzie pozytywne działanie nawozowe i możliwe jest ich utylizowanie w ten sposób.

Poważny problem, budzący zastrzeżenia stwarza nadmierna koncentracja związków ołowiu w osadach. Uzyskanie więc w pełni przydatnych osadów ściekowych do wykorzystania rolniczego wymaga obniżenia tego i innych elementów śladowych w ściekach przemysłowych, dopływających do oczyszczalni. Jest to istotny element badań, który jest bardzo szczegółowo analizowany w przypadku oczyszczalni m. Częstochowy. Uzyskane wyniki analiz ścieków w nawiązaniu do badań rolniczych osadów stworzą istotną podstawę do bardziej zdecydowanego oddziaływania na przemysł w kierunku zmniejszenia ładunków zrzucanych do kanalizacji wielorakich substancji toksycznych. Nadmierne ich stężenia, łatwe do zredukowania w podczyszczalni przemysłowej, stwarzają poważne problemy technologiczne nie tylko w oczyszczaniu ścieków miejskich ale w realizowaniu najbardziej racjonalnego sposobu utylizacji osadów jakim jest ich rolnicze wykorzystanie. W przekonaniu autora i wielu fachowców tak kompleksowo prowadzone badania stworzyć mogą dostatecznie udokumentowaną podstawę merytoryczną do opracowania wytycznych lub zarządzeń prawno-organizacyjnych zobowiązujących przemysł do limitowania zrztu ładunku określonych elementów śladowych, nie tylko z uwagi na technologie oczyszczania ale i na problem o wiele istotniejszy jakim będzie rolnicza utylizacja osadów ściekowych.

Badania nad rolniczą przydatnością osadów ściekowych prowadzone są również w Zakładzie Nawożenia Inst. Upraw i Nawożenia Gleb w Puławach. Prace te polegają głównie na testowaniu osadów z poszczególnych oczyszczalni ścieków i określaniu ich przydatności do wykorzystania rolniczego.

Zakres badań obejmuje analizę składu z uwzględnieniem składników nawozowych i wytwarzanych elementów śladowych oraz testy wegetacyjne prowadzone w wazonach doświadczalnych. Ocena przydatności polega w pierwszej kolejności na porównaniu wyników analizy składu osadów z charakterystyką konwencjonalnych nawozów organicznych, a następnie w testach wegetacyjnych ustala się wysokość poziomów nawożenia, rodzaj

roślin i dodatkowe kombinacje nawożenia uzupełniającego. Aktualnie nie są prowadzone badania polowe i prace w szerszym zakresie ustalające współzależności działania osadów na środowisko przyrodnicze.

W dotychczasowym programie badań od 1977 wykonano doświadczenia testowe dla 5 oczyszczalni ścieków woj. kieleckiego (Pińczów, Starchowice, Ostrowiec, Sitkówka i Charsznica) [14], a prace w kolejnych oczyszczalniach są kontynuowane. Uzyskane wyniki z doświadczeń potwierdzają wartość nawozową osadów ściekowych i ich pozytywne działanie na przyrost plonów kukurydzy.

Występowanie elementów śladowych w środowisku analizowane jest również w Laboratorium Mikroelementów JUNG w nawiązaniu do układów gleba—rośliny: naturalnych i zniekształconych zanieczyszczeniami chemicznymi [11].

Działalność tego ośrodka uwidoczniła się m.in. w zorganizowaniu konferencji naukowych nt. oddziaływania pierwiastków śladowych na środowisko [11].

Jak wynika z krótkiej charakterystyki stanu badań i zakresu prac badawczych zrealizowanych w omawianych placówkach narasta powoli właściwe zainteresowanie problematyką osadową, które z jednej strony jest zgodne z technologicznymi wymogami prawidłowej eksploatacji oczyszczalni ścieków a z drugiej — spełniać zaczyna kryteria racjonalnego rozwiązania utylizacji tych użytecznych odpadów organicznych.

LITERATURA

1. J. CEBULA: Instrukcja kontroli i oceny jakości osadów ściekowych z punktu widzenia ich wpływu na środowisko, Min. Adm. Gospod. Teren. i Ochrony Środowiska, Wrocław, 1976.
2. J. CEBULA: Unieszkodliwianie osadów ściekowych wspólnie z odpadkami stałymi w rejonach podlegających szczególnej ochronie. Prace Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Nr 11, Warszawa, 1976.
3. J. CEBULA: IMGW — badania własne, 1977.
4. J. CEBULA: Utylizacja osadów ściekowych z oczyszczalni grupowej wspólnie z odpadkami miejskimi. IMGW, Wrocław (maszynopis), 1977.
5. J. CEBULA: Badania nad rolniczą przydatnością osadów ściekowych miasta Wrocławia. Materiały I Krajowej Konferencji. Puławy, 1978.
6. J. CEBULA: Badania prowadzone w Polsce nt. rolniczego wykorzystania osadów ściekowych. Referat opracowany na naradę specjalistów polsko-duńskich, JUNG, Puławy, 1979.
7. J. CEBULA: Ustalenie kryterium przydatności osadów ściekowych w rolniczym ich wykorzystaniu. IMGW, Wrocław, 1980.
8. J. CHMIEŁOWSKI: Kinetyka i mechanizm fermentacji metanowej, Zeszyty Naukowe Pol. Śląskiej nr 86. Chemia z. 17, Gliwice, 1963.
9. B. CYWIŃSKI i inni: Zagęszczanie osadów ściekowych. Praca studialna, BPBK, Wrocław, 1965.
10. J. FLAKOWICZ: Zagęszczanie jako wstępny proces przeróbki osadów oddzielonych w toku oczyszczania ścieków miejskich. Postęp techniczny w dziedzinie oczyszczania ścieków. 7, 1964.

Tabela 1

PRZERÓBKA I UTYLIZACJA OSADÓW W WYBRANYCH OCZYSZCZALNIACH ŚCIEKÓW

Lp.	Nazwa oczyszczalni	Rodzaj i wielkość oczyszczalni m ³ /d	Rodzaj osadów i sposób przeróbki	Produkcja osadów *) (m ³ /rok) i aktualny sposób utylizacji	6	7
1	2	3	4	5	6	7
1.	Biała Podlaska	miejsko-przemysłowa (p. włók.), mech.-biolog. (złóża biolog.)	wstępny i wtórny ferment. w osadnikach Imhoffa, poletka osadowe	— zieleni miejska — rolnicy indywidualni — wysypisko (większość)	600 osad czynny WKF, zagęszczacze, wirówki, składowisko osadów odwirowanych	0,25
2.	Bielsko-Biała	grupowa, miejsko-przemysł. (p. włók.), mech.-biolog. (osad czynny Inka)	nadmiermy (brak wstępnego), zagęszcz., WKF, poletka osadowe	— aktualnie bez wykorzystania, magaz. na placu składowym	ok. 6 000 brak programu	0,30
3.	Chelm	miejsko-przem. (p. owoc-warz.) mech.-biolog. (złóża biolog.)	wstępny i wtórny OKF, poletka osadowe, wywóz osadu płynnego na wylewisko	— wywóz osadu płynnego na wylewisko, rol- nicze wykorzystanie na polach PGR	ok. 1 800 rozbudowa poletek na polach PGR	0,38
4.	Częstochowa	miejsko-przem. (p. hut.) mech.-biolog. (osad czynny)	wstępny i nadmierny WKF 10 i 20, poletka osadowe	— zieleni miejska — wysypisko śmieci	11 000 mechaniczne odwadnia- nie, rolnicze wykorzysta- nie na skalę polową po uzysk pozytywn. wyników	0,39
5.	Gdańsk	miejska, mech.-biolog. (osad czynny)	wstępny i nadmierny WKF i OKF, poletka osadowe	— rolnicze wykorzystanie (pola i krzewy)	ok. 5 000 pełne rolnicze wykorzyst.	0,28
6.	Głogów	miejska, mechaniczna	wstępny WKF, poletka osadowe	— indywidualni rolnicy i działkowicze	ok. 1 000 rolnicze wykorzystanie zieleni miejska	0,23
7.	Iwonicz Zdrój	miejska, mech.-biolog. (złóża zrasane)	wstępny, wtórny fermentacja w osad. Imhoffa, poletka osad.	— rolnicy indywidualni — WOPR	ok. 260 rozbudowa poletek rolnicze wykorzystanie przez WOPR	0,56
8.	Jelenia Góra	miejska, mechaniczna	wstępny poletka osadowe	— bez wykorzystania	ok. 1 200 pełna przeróbka w nowo wybudowanej oczyszczalni ścieków	0,24
9.	Kamienna Góra	miejsko-przem. (p. włók.) mechaniczna	wstępny * WKF, laguny osadowe	— odbiorcy indywidualni (ok. 15%) — wysypisko śmieci	ok. 660 pełna przeróbka w nowo projektowanej oczyszczalni ścieków	0,23
10.	Kątrzyn	miejsko-przemysłowa -mechaniczno-biologiczna	wstępny i wtórny WKF, laguny osadowe	— ogrodnictwo prywatne	ok. 1 200 nowa oczyszczalnia poletka osadowe	0,37
11.	Kielce-Sitkówka	miejska, mech.-biolog. (osad czynny Inka)	nadmiermy laguny osadowe	— haldowanie na terenie oczyszczalni	4 400 rozbudowa oczyszczalni brak programu osadów.	0,39
12.	Koszalin	miejsko-przem. (p. mięsny) mechaniczna biologiczna	wstępny, nadmierny WKF, wirówki, poletka osadowe	— rolnicze wykorzystanie (K. Rol.) — wysypisko śmieci	ok. 4 000 brak programu osadów.	0,29
13.	Kraków	miejska, mechaniczna	wstępny WKF, poletka osadowe	— haldowany na terenie oczyszczalni	ok. 17 600 możliwość rolniczego wy- korzystania po uzyska- niu pozytywnych wyni- ków badań	0,45

1	2	3	4	5	6	7
14.	Kraśnik	miejska, mechaniczno-biologiczna 10 000	wstępny i wtórny fermentacja w osadnikach Imhoffa, poletka osadowe	— zielen miejska (część) — wysypisko śmieci	ok. 1 200 budowa nowej oczyszczalni, WKF, pola zalegające	0,33
15.	Krosno	miejsko-przemysłowa mechaniczno-biologiczna (złota biologia) 12 000	wstępny i wtórny WKF 1 ^o i 2 ^o poletka osadowe	— rolnicy indywidualni	ok. 1 080 modernizacja i rozbudowa; brak bliższych danych	0,25
16.	Legnica	miejska, mechaniczna, pola irygowane ok. 25 000	wstępny osadniki zalegające	— rolnicy indywidualni — haldowanie na terenie pól irygowanych	2 700 budowa nowej oczyszczalni ścieków, brak bliższych danych	0,30
17.	Lubin	miejska, mech.-biologiczna (złota biologiczna)	18 600 wstępny i wtórny OKF 1 ^o poletka osadowe	— wywóz na składowisko — szkółka leśna	ok. 2 000 WKF, rozbudowa poletek, rekultywacja leśna	0,30
18.	Lublin	miejsko-przemysłowa, mechaniczna 49 000	wstępny WKF, poletka osadowe	— zielen miejska — składowanie na terenie oczyszczalni — indywidualni rolnicy (80%)	7 700 budowa nowej oczyszczalni, lagunowanie osadów	0,44
19.	Łomża	miejska, mechaniczna 14 400	wstępny OKF, poletka osadowe	— składowanie na terenie oczyszczalni	ok. 1 700 rozbudowa części biologicznej, WKF, wirówki, rolnicze wykorzystanie	0,33
20.	Mława	miejska, mech.-biolog. (złota biologia) 2 900	wstępny i wtórny ferm w osadnikach Imhoffa poletka osadowe	— zielen miejska — odbiory indywidualni	ok. 260 w dalszej perspektywie budowa nowej oczyszczalni ścieków	0,25
21.	Nysa	miejsko-przemysłowa mechaniczna 13 500	wstępny WKF nieogrzewane poletka osadowe	— ogródki warzywne — lagunowanie — rolnicze wykorzystanie (1/3 ilości)	ok. 2 400 rozbudowa oczyszczalni filtracja osadów kompostowanie i rolnicze wykorzystanie	0,49
22.	Opole	miejsko-przemysłowa mech.-biologiczna (osad czynny) 44 000	wstępny i nadmierny WKF 1 ^o i 2 ^o poletka osadowe	— ogródki działkowe — składowanie na terenie oczyszczalni	ok. 6 500 rolnicze wykorzystanie i kompostowanie z odpadami	0,41
23.	Ostróda	miejska mechaniczna 5 500	wstępny kwatery zalewowe	— wykorzystanie do celów własnych ocz.	ok. 500 brak programu	0,25
24.	Płock	miejska mechaniczno-biologiczna (osad czynny) 32 000	wstępny i nadmierny WKF, poletka osadowe	— rolnicy indywidualni — ogródki warzywne	3 500 laguny osadowe rezygnacja z poletek	0,30
25.	Poznań	miejska mechaniczna 60 000	wstępny WKF 1 ^o i 2 ^o poletka osadowe	— Kombinat Ogrodniczy „Naramowice”	ok. 8 750 pełne rolnicze wykorzystanie przez Kombinat „Naramowice”	0,41
26.	Pruszków	miejsko-przemysłowa mech.-biologiczna (osad czynny Inka) 29 000	wstępny i nadmierny WKF, poletka osadowe + laguny	— laguny osadowe	ok. 4 400 przewiduje się rolnicze wykorzystanie osadów	0,42
27.	Puławy	miejska mechaniczna (stara) 10 000	wstępny ferm. w osadnikach Imhoffa poletka osadowe	— rolnicy indywidualni — zielen miejska	1 600 pełna przeróbka w nowo wybudowanej oczyszczalni 1979. WKF 1 ^o zagęszcz. wykorzyst. brak	0,44
28.	Rakoniewice	miejska mech.-biologiczna (osad czynny Biobiot)	800 wstępny i nadmierny tlenowa stabilizacja poletka osadowe	— rolnicy indywidualni	100 rolnicze wykorzystanie	0,35

1	2	3	4	5	6	7
29.	Skarżysko-Kamienna	miejsko-przemysłowa (p. met.) mech.-biolog. (złóża biolog.)	wstępny i wtórny OKF, poletka osadowe	— nieużytki leśne — wysypisko	1 350 zagęszczanie osadów WKF poletka osadowe	0,38
30.	Skoczów	miejsko-przemysłowa mech.-biolog. (osad czynny, filtry grunt.)	wstępny, wtórny i z filtrów grunt., ferm. w osadnikach Imhoffa, pol. osad.	— rolnicy indywidualni — pod uprawy	640 budowa nowej oczyszczalni ścieków, WKF, poletka osadowe	0,25
31.	Starachowice	miejsko-przemysłowa, mech.-biolog. (złóża biolog. 2-stop)	wstępny i wtórny zagęszcz., OKF, poletka osadowe	— ogródki działkowe — zieleni miejska	2 500 zagęszczanie osadu, WKF, poletka osadowe rekultywacja gruntów	0,45
32.	Strzelce Krajeńskie	miejska mechaniczna	wstępny ferm. w osadnikach Imhoffa, poletka osad	— wysypisko odpadków — ogródki działkowe	ok. 180 rolnicze wykorzystanie	0,28
33.	Sztum Poie	miejska, mech.-biolog. (filtry grunt.)	wstępny ferm. w osad. Imhoffa poletka osadowe	— rolnicy indywidualni	300 brak programu	0,28
34.	Świdnica	miejsko-przemysłowa mech.-biolog. (osad czynny)	wstępny, nadmierny WKF ogrz., poletka osadowe	— rolnicy indywidualni	2 100 brak danych	0,31
35.	Świdnik	miejska, mech.-biolog. (osad czynny)	wstępny i nadmierny ferm. w osadnikach Imhoffa poletka osadowe	— rolnicy indywidualni — wysypisko	650 brak programu	0,34
36.	Świebodzin	miejska, mech.-biolog. (złóża biolog.)	wstępny i wtórny ferm. w osadnikach Imhoffa poletka osadowe	— wywóz osadu płynnego na wylewisko	540 brak programu	0,28
37.	Wałbrzych	miejska mech.-biolog. (osad czynny)	wstępny i nadmierny tlenowa stabilizacja laguny osadowe	— składowanie w lagunach	5 900 brak programu	0,41
38.	Wrocław	miejska mechaniczna (pola iryg. Osobowice	wstępny fermentacja w komorach osadników wstępnych	— zieleni miejska — kompostowanie odpadków	25 000 budowa nowej oczyszczalni ścieków, WKF, mech. odwad. magazyn. w lagunach	0,41
39.	Zamość	miejska mechaniczna	wstępny WKF ogrzew., poletka osadowe	— rolnicze wykorzystanie (15%) — wysypisko (85%)	2 100 budowa części biologicznej, wirówki	0,45
40.	Złotoryja	miejska mech.-biolog. (złóża biologiczne)	wstępny i wtórny WKF, poletka osadowe	— rolnicy indywidualni	360 brak danych	0,25
41.	Zyrardów	miejsko-przemysłowa (p. Iniański) mech.-biolog. (złóża biologiczne)	wstępny i nadmierny WKF, poletka osadowe	— potrzeby własne oczyszczalni — wysypisko śmieci	3 840 w perspektywie zieleni miejska	0,51
42.	Zywiec	miejsko-przemysłowa mechaniczno-biologiczna (osad czynny)	wstępny i nadmierny WKF 1 ^o , poletka osadowe	— rekultywacja gruntów — kompostowanie	1 800 odwirowywanie osadów i wykorzyst. jak do tychczas	0,33

¹⁾ osad powietrznie wysuszony o uwodnieniu ok. 55% s.m.)

11. A. KABATA-PENDIAS, H. PENDIAS: Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wydawnictwo Geologiczne. W-wa, 1979.
12. E. KEMPA: Procesy całkowitego unieszkodliwiania osadów ściekowych. Gaz, Woda i Techn. Sanit., 42, 1968.
13. E. KWAPISZEWSKA: Badania nad możliwościami rolniczego wykorzystania osadów ściekowych z Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Częstochowie, CTK, Warszawa, 1980.
14. CZ. MAĆKOWIAK: Nawozy organiczne. Nawożenie. PWRiL, Warszawa, 1979.
15. L. PAWŁOWSKA i inni: Badania ilościowe i jakościowe osadów ściekowych wraz z opracowaniem koncepcji gospodarki osadami w kraju. Etap I. Ocena aktualnego stanu gospodarki osadami ściekowymi w kraju. Zakład Przyrodniczy Inst. Kszt. Środ. Podstaw Kształtowania Środowiska, Warszawa, 1979 (maszynopis).
16. E. ROSZYK: Podsumowanie wyników prac laboratoryjnych i doświadczeń wegetacyjnych wykonanych w 1979. Inst. Chemii Rolnej, Glebozn. i Mikrobiologii A.R. Wrocław, 1980 (maszynopis).
17. J. SIUTA: Badania wegetacyjne nad rolniczą przydatnością osadów ściekowych z oczyszczalni grupowej w Pruszkowie. IKS, Warszawa, 1978.
18. J. ZAKRZEWSKI: Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych miejskich. GWTS, nr 3, 1957.

doc. dr inż. Gerard Jan Besler
inż. Janusz Litwicki
Politechnika Wrocławska

OCHRONA PRZED HAŁASEM OD URZĄDZEŃ WENTYLACYJNYCH W WYNIKU POPRAWNEGO DOBORU TŁUMIKÓW AKUSTYCZNYCH

W artykule przedstawiono nowe charakterystyki seryjnie produkowanych w kraju tłumików akustycznych typu WTA-1. Badania przeprowadzono dla trzech wielkości tłumików tj. 2×2, 2×3, 3×3 i różnych długości (od 0,5 do 2,0 m) w funkcji przepływu powietrza (od 2 do 8 m/s) oraz dla zmiennego poziomu dźwięku hałasu przed tłumikiem. Podano także zasady prawidłowego doboru tłumika WTA-1 do instalacji wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej dla zapewnienia właściwej ochrony akustycznej.

Jednym z istotnych czynników wpływających na odczucie komfortu środowiska jest hałas. Intensywny rozwój techniki czasów współczesnych, związany ze stosowaniem coraz większej liczby maszyn i pojazdów, stworzył swoisty produkt uboczny w postaci stale zwiększającej się liczby źródeł hałasu i ich poziomu. Tempo wzrostu zakłóceń przewyższa znacznie naturalną zdolność akomodacji żywych organizmów do zmieniających się warunków. Powstało zatem nowe, liczące się skażenie środowiska biologicznego człowieka.

Stwierdzono niezbicie, że hałas przeszkadza w pracy i odpoczynku. Może utrudniać lub wręcz uniemożliwiać sen, powoduje zmniejszenie wydajności pracy (średnio o 60% u pracowników umysłowych i o 30% u pracowników fizycznych). Jest jedną z ważnych przyczyn chorób zawodowych i niejednokrotnie również wypadków przy pracy. Zwalczanie hałasu jest zatem problemem zarówno społecznym jak i ekonomicznym.

Ochrona przed hałasem jest więc przede wszystkim potwierdzeniem doceniania osobowości

człowieka. Każdy bowiem organizm ludzki domaga się złagodzenia napięcia nerwowego i odpoczynku tym bardziej, im bardziej żąda się od człowieka skoncentrowania jego twórczych zdolności i władz umysłowych do rozwiązywania trudnych zagadnień współczesnego życia. Zdając sobie dobrze sprawę z niszczących działań silnych dźwięków, już w średniowieczu za jedną z najbardziej srogich kar uznano tzw. „karę pod dzwonem”. Silne dźwięki zabijały powoli, przywiązanego blisko dzwonu skazańca. Natomiast prawodawstwo o ochronie przed hałasem sięga XVI wieku. Anegdotyczny jest do dziś jeszcze w Anglii obowiązujący przepis pochodzący z XVII w., zabraniający mężom bicia swych żon pomiędzy godziną 9 wieczorem a 6 rano, gdyż towarzyszący temu hałas mógłby zakłócić spokój sąsiadom.

Zagadnienia ochrony przeciwdźwiękowej określają m.in. polskie normy z zakresu akustyki [1], [2]. Dopuszczalne maksymalne poziomy dźwięku hałasów przenikających do pomieszczeń od instalacji i urządzeń wentylacyjnych określone zostały np. na 35 dB (A) w dzień i 25