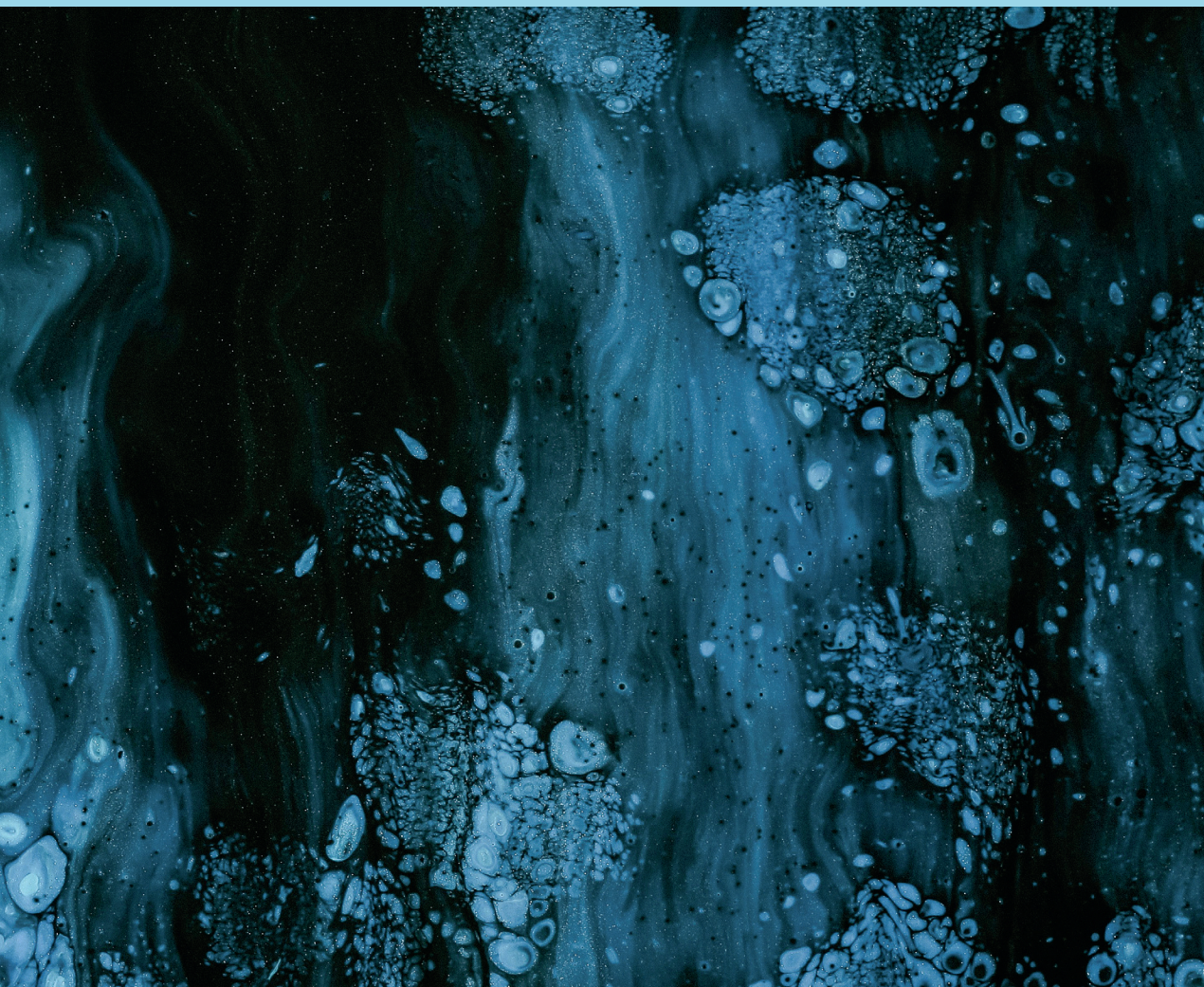


GOSPODARKA OSADAMI ŚCIEKOWYMI

DIAGNOZA I REKOMENDACJE



PAN
POLSKA AKADEMIA NAUK

Komitet
Inżynierii Produkcji

Komitet Inżynierii Produkcji
Polskiej Akademii Nauk

GOSPODARKA OSADAMI ŚCIEKOWYMI

- diagnoza i rekomendacje

AUTORZY:

Zbigniew Wiśniewski
Józef Kuczmaszewski
Katarzyna Halicka
Maciej Kuboń
Sławomir Kocira
Andrzej Marczuk
Beata Oleksiak
Sebastian Skoczypiec

Warszawa, listopad 2025



Komitet
Inżynierii Produkcji

Wydawca:
Polska Akademia Nauk

Recenzenci:
Alina Kowalczyk-Juśko
Remigiusz Kozłowski

Opracowanie redakcyjne i techniczne:
Biuro Upowszechniania Nauki i Wydawnictw, Dział Wydawnictw

© Copyright by Polska Akademia Nauk, 2025
Warszawa 2025

ISBN: 978-83-68418-27-9

Druk i oprawa:
Agencja Wydawniczo-Poligraficzna GIMPO
ul. Transportowców 11, 02-858 Warszawa

Spis treści

1. Podstawa opracowania.....	5
2. Cele opracowania.....	7
3. Wstęp.....	9
4. Uwarunkowania prawne gospodarki osadami ściekowymi.....	13
5. Analizy praktyk stosowanych w zakresie przetwarzania osadów w oczyszczalniach.....	25
5.1. Założenia	25
5.2. Wyniki analizy dotyczącej masy osadów ściekowych.....	25
5.3. Charakter deklarowanych inwestycji.....	32
5.4. Inwestycje planowane	35
5.5. Skłonność do inwestycji w funkcji ilości gromadzonych osadów	38
5.6. Identyfikacja deficytów w zakresie monitorowania sposobów utylizacji osadów po zbyciu.....	43
6. Perspektywa interesariuszy – znaczenie problemu, zagrożenia	57
6.1. Mieszkańcy	57
6.2. Oczyszczalnie ścieków	58
6.3. Operatorzy sieci kanalizacyjnej	60
6.4. Przedsiębiorcy korzystający z komunalnej sieci kanalizacyjnej.....	61
7. Wnioski dotyczące gospodarowania osadami i rekomendacje rozwiązań.....	63
7.1. Wnioski.....	63
7.2. Rekomendacje ogólne	68
7.3. Rekomendacje w zakresie sposobu ewidencji osadów	69
8. Zakończenie	71
9. Bibliografia	77

1. Podstawa opracowania

Niniejszy raport powstał na bazie danych zawartych w sprawozdaniach krajowego programu oczyszczania ścieków komunalnych, realizowanego przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, „Strategii postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi na lata 2019–2022” opracowanej przez Ministerstwo Środowiska, badań przeprowadzonych na grupie 208 oczyszczalni ścieków w Polsce. Badanie przeprowadzono w okresie od października 2022 roku do stycznia 2023 roku i polegało ono na zebraniu informacji uzupełniających w stosunku do sprawozdań przesyłanych przez oczyszczalnie do Wód Polskich w ramach Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych. Uzupełnienia dotyczyły dodatkowych informacji o: wielkościach hałd składowiskowych przeznaczonych na osady, rodzajach podmiotów odbierających osady, przeznaczeniach odbieranych osadów oraz tego w jaki sposób prowadzony jest nadzór nad materiałem osadowym przekazanym przez oczyszczalnię. Oprócz tych źródeł wiedzy wykorzystano informacje i wiedzę pozyskane w ramach dwóch paneli eksperckich które odbyły się wiosną 2021 roku i wiosną 2022 roku. W panelach tych wzięli udział przedstawiciele oczyszczalni ścieków, pracownicy naukowcy uczelni oraz dziennikarze zajmujący się tematyką środowiskową i społeczną.

Opracowanie to ma charakter analizy praktyk i trendów w zakresie gospodarowania osadami ściekowymi w Polsce. Trendy te dotyczą głównych metod stosowanych przy przetwarzaniu powiększającego się wolumenu osadów ściekowych, a także problemów skażenia ścieków oraz powstających z nich osadów ściekowych metalami ciężkimi. Komitet Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk podejmuje studia i badania dotyczące racjonalnego zarządzania systemami i procesami produkcyjnymi w aspektach: technicznych, organizacyjnych, ekonomicznych, środowiskowych, ergonomicznych i społecznych. Rolą Komitetu jest

upowszechnianie wiedzy i identyfikacja trendów oraz ryzyk związanych z rozwojem techniki, a także prognozowanie zjawisk i skutków podejmowanych działań. Ze względu na ważną rolę społeczną jaką powierzono Komitetowi Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk, postanowiono zebrać w formie niniejszego raportu opinie ekspertów, wyniki analiz prawnych oraz wyniki badań w obszarze niezwykle ważnego zagadnienia jakim jest trudność w utylizacji kłopotliwych osadów ściekowych. Kłopotliwość wynika z ich skażenia ponadnormatywną ilością metali ciężkich pochodzenia przemysłowego wskutek nielegalnych działań niektórych przedsiębiorców.

2. Cele opracowania

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane przez zespół:

- dr hab. inż. Zbigniew Wiśniewski, prof. PŁ
- prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski
- dr hab. inż. Katarzyna Halicka, prof. PB
- prof. dr hab. inż. Maciej Kuboń
- prof. dr hab. inż. Sławomir Kocira
- prof. dr hab. inż. Andrzej Marczuk
- dr hab. inż. Beata Oleksiak, prof. PŚ
- prof. dr hab. inż. Sebastian Skoczypiec

Celem raportu jest wskazanie zagrożeń pojawiających się w związku z wytwarzaniem, przetwarzaniem oraz utylizacją osadów ściekowych, które powstają w procesach oczyszczania ścieków komunalnych. Celem raportu jest również pokazanie skali zjawiska, a także jego percepcji przez podmioty zajmujące się oczyszczaniem ścieków oraz przetwarzaniem osadów, a także przez społeczeństwo.

Autorzy raportu w oparciu o analizę uwarunkowań prawnych oraz dane uzyskane z 208 oczyszczalni ścieków komunalnych w Polsce zauważają następujące ważne aspekty opisywanych problemów, które przedstawiają jako cele szczególne niniejszego opracowania:

1. określenie zależności między wielkościami gmin i ilościami produkowanych osadów,
2. identyfikacja deficytów w zakresie nadzoru nad kontrolą utylizacji osadów,
3. opracowanie rekomendacji w zakresie sposobu ewidencji osadów.

3. Wstęp

Zagrożenia klimatyczne, zanieczyszczenie powietrza, ocieplenie klimatu i inne niekorzystne zjawiska o charakterze globalnym są dobrze znane społeczeństwu dzięki aktywności organizacji pozarządowych oraz mediów. Problematyka wysokich stężeń metali ciężkich w osadach komunalnych jest nieznana w społeczeństwie i dlatego nie istnieje nacisk społeczny na przedsiębiorców, oczyszczalnie oraz ustawodawców w zakresie właściwego nadzorowania tych zjawisk. Najbardziej problematyczne jest to, że niewłaściwie nadzorowany proces wprowadzania do środowiska, zwłaszcza do gleb na których uprawiana jest roślinność do spożycia przez ludzi i zwierzęta hodowlane, w rzeczywistości prowadzi do tego, że spożywamy w bezpośredni sposób (w postaci roślin) a także pośredni (w postaci mięsa zwierząt hodowanych na tych samych roślinach) niebezpieczne substancje.

Komunalne osady ściekowe to pochodzący z oczyszczalni ścieków osad z komór fermentacyjnych oraz innych instalacji służących do oczyszczania ścieków komunalnych oraz innych ścieków o składzie zbliżonym do składu ścieków komunalnych.

Na kierunki zagospodarowania osadów ściekowych znaczący wpływ mają wymogi oraz ograniczenia prawne (Hawrylik *et al.*, 2022). Przykładowo jednym z wymogów jest całkowity zakaz składowania wysokokalorycznych osadów na składowiskach (ciepło spalania powyżej 6 MJ/kg s.m.-suchej masy) oraz maksymalne wykorzystanie ich potencjału nawozowego (Szołdrowska & Smol, 2022). Osady ściekowe po odpowiednim przetworzeniu, tj. zagęszczeniu, stabilizacji, odwodnieniu, wysuszeniu i spalaniu, mogą być wykorzystane w różny sposób (Krasowska *et al.*, 2023), mogą być stosowane między innymi jako nawóz organiczny w rolnictwie (Przydatek, 2020). Zastosowanie osadów ściekowych w glebach rolniczych jest alternatywą dla kosztownych nawozów sztucznych

(Dahiya *et al.* 2022), która pełni ważną funkcję w poprawie właściwości fizykochemicznych i biologicznych gleb na różne sposoby. Jednak wpływ osadów ściekowych na właściwości biologiczne gleby opiera się na koncentracji węgla organicznego i metali, co bezpośrednio wpływa na dobroczynną florę i faunę gleby oraz rośliny.

Osady ściekowe mogą być również stosowane w procesach związanych z ochroną środowiska, takich jak rekultywacja terenów zdegradowanych, neutralizacja substancji szkodliwych, usuwanie zanieczyszczeń z wód gruntowych czy rekultywacja gleb (Ciufa *et al.*, 2019; Joniec, Oleszczuk, 2019). Badania w tej dziedzinie koncentrują się na ocenie efektywności stosowania osadów ściekowych w różnych procesach ochrony środowiska oraz ocenie ich wpływu na jakość gleby, wody i powietrza (Joniec, Gasior, 2019).

Osady ściekowe mogą być również źródłem surowców wtórnych (Smol, 2021). Badania dotyczące recyklingu i odzysku surowców z odpadów ściekowych skupiają się na technologiach takich jak odzysk biogazu (Siddiqui, 2023; Paranjpe, 2022), odzysk biologiczny fosforu i azotu (Boniardi, 2022; Saoudi, 2022), odzysk cieplny, odzysk metali czy produkcja nawozów z osadów ściekowych (Kominko, 2019).

Zagospodarowanie osadów ściekowych może również obejmować składowanie na składowiskach odpadów lub ich utylizację w celu unieszkodliwienia (Arina, 2011; Bagheri, 2023; Grgas, 2023).

Główny problem polega na tym, że ścieki bytowe przetwarzane w oczyszczalniach zawierają bardzo duże ilości metali ciężkich (Ignatowicz, 2017; Mulchandani & Westerhoff, 2016; Dahiya *et al.*, 2022). Pochodzenie tych zanieczyszczeń jest przemysłowe, a nie bytowe. Podczas paneli eksperckich prowadzonych z przedstawicielami oczyszczalni ścieków oraz naukowcami określono potencjalne i podejrzewane źródła metali ciężkich, które zanieczyszczają ścieki. Są nimi najczęściej zakłady przemysłowe znajdujące się na terenie aglomeracji, które w określonych sytuacjach dokonują zrzutów gromadzonych przez pewien czas zanieczyszczeń do kolektorów ściekowych sieci komunalnej.

Przeprowadzone dyskusje oraz analizy podczas paneli eksperckich wykazały niską świadomość strategicznej wagi problemu wśród mieszkańców, przedstawicieli samorządu terytorialnego, spółek dostarczających wodę odbiorcom, firm zajmujących się oczyszczaniem ścieków, przedsiębiorców działających na terenach zlewni.

Wydaje się, że niezwykle ważne staje się wskazywanie zagrożeń związanych z brakiem świadomości wśród przedsiębiorców, społeczeństwa oraz urzędników nadzorujących prace oczyszczalni ścieków co do skutków niewłaściwego nadzoru nad utylizacją osadów ściekowych powstających w aglomeracjach miejskich. Istotne jest również ukazanie skali zjawiska, a także jego percepcji przez podmioty zajmujące się oczyszczaniem ścieków oraz przetwarzaniem osadów, a także przez społeczeństwo.

Wykazujemy, że istnieje ryzyko związane z dość swobodną interpretacją przepisów o sposobie wykorzystania osadów oraz stosowaniu metod kontroli i nadzoru ich wykorzystania oraz, że istniejące przepisy stwarzają pewne luki w łańcuchu wykorzystania osadów ściekowych, które mogą być wykorzystywane do celów rolnych mimo, że nie powinno mieć to miejsca ze względu na dużą zawartość metali ciężkich w osadach.

Ilekoć w opracowaniu jest mowa o substancjach niebezpiecznych (SN), należy tu rozumieć substancje zawarte w ściekach komunalnych w ilościach przekraczających dopuszczalne dla ścieków bytowych wartości, określone w odpowiednich przepisach.

Metale ciężkie w ściekach komunalnych pochodzą: z gospodarstw domowych (baterie, farby) a przede wszystkim z instalacji zrzutowych przemysłu elektrochemicznego, motoryzacyjnego, farbiarskiego, skórzanego, produkcji tworzyw sztucznych. Redukcja metali ciężkich w procesach oczyszczania wody wynosi od 40% do 87%. Wytrącone metale są koncentrowane i deponowane w osadach.

Przykład jednej z oczyszczalni (miasto wojewódzkie): z osadu, który jest zgromadzony w komorach fermentacyjnych produkuje się metan, który potem zaspokaja 60–70% potrzeb energetycznych całej oczyszczalni, następnie przefermentowany osad trafia do spalarni, lecz popiół, który się uzyskuje zawiera skrajnie wysokie ilości metali ciężkich. Próbowano zagospodarować ten popiół dodając go do betonu, tłuczni, ale nie można było uzyskać odpowiednich aprobat technicznych wyrobów ze względu na ich toksyczność.

Na usuwanie ścieków przemysłowych, które trafiają do kanalizacji i zawierają substancje szkodliwe dla środowiska wodnego jest potrzebne pozwolenie wodnoprawne. Oczyszczalnie ścieków komunalnych nie są gotowe na zanieczyszczenia przemysłowe, jakie są zawarte w ściekach bytowych. Oczyszczalnie nie są także zainteresowane skutecznym oczyszczaniem ścieków z pozostałości procesów przemysłowych. Istniejące rozwiązania technologiczne nie są przystosowane

do usuwania takich rodzajów zanieczyszczeń. Pojawianie się w ściekach takich zanieczyszczeń powoduje skrajnie wysokie ryzyko komplikacji oraz zniszczenia newralgicznych elementów procesów filtracji i oczyszczania. Oczyszczalnie nie mogą przyjmować rodzajów ścieków, które nie są pochodzenia bytowego. W kalkulacji systemu kanalizacyjnego nie uwzględnia się ścieków przemysłowych lecz tylko ścieki bytowe.

Oczyszczanie często wymaga zastosowania metod chemicznych, które powodują powstawanie jeszcze większej ilości osadów ściekowych. Tak oczyszczone wody nadają się do wprowadzenia do środowiska, jednak pozostałości w postaci toksycznych osadów muszą być izolowane od środowiska. Większa ilość osadów jest trudniejsza do zagospodarowania lub efektywnego wykorzystania. Nie ma dla nich przewidzianego przeznaczenia, więc są gromadzone na składowiskach i zajmują duże powierzchnie.

Znaczne zanieczyszczenie pozostałościami przemysłowymi ścieków zwiększa w nich ilość współistniejących minerałów, głównie chlorków, fosforanów, azotanów, węglanów i wpływa na ilość tlenu w wodach powierzchniowych, również w morzu (martwe strefy na Bałtyku). Spowodowane jest to tym, że minerały takie zwiększają ilość roślinności w wodzie. Roślinność w górnej części wody, zmniejsza ilość światła słonecznego w dolnej części i powoduje śmierć roślinności w głębokich częściach wody. Deficyt roślin, które mogłyby produkować tlen w dolnej części wody powoduje powstanie „martwej strefy”.

Ustawa o Wodach Polskich miała zwiększyć nacisk na kontrole przeprowadzane w przedsiębiorstwach i zmobilizować inspektorów do przeprowadzania kontroli, ale nie przyniosło to rezultatów.

4. Uwarunkowania prawne gospodarki osadami ściekowymi

Powstające w procesie oczyszczania ścieków osady powinny być poddawane przeróbce, a następnie właściwie wykorzystane, zagospodarowane bądź unieszkodliwione. Przeróbka osadów obejmuje kolejno następujące operacje¹:

- zagęszczanie osadów surowych do stopnia odpowiadającego odwodnieniu 94–96%;
- rozkład ok. 50% suchej masy substancji organicznych zawartych w osadzie, w procesach stabilizacji tlenowej lub beztlenowej;
- odwodnienie osadów ustabilizowanych do końcowej zawartości wody 75–60% zależnie od rodzaju stosowanych urządzeń i dalszego sposobu postępowania z osadem;
- końcowe rozwiązanie problemu usuwania i wykorzystania osadów poza terenem oczyszczalni.

W procesie zagospodarowywania komunalnych osadów ściekowych stosuje się hierarchię postępowania z odpadami, którą reguluje **art. 17 Ustawy o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r.** Zgodnie z tym artykułem priorytet powinny mieć działania zmierzające do zapobiegania powstawania komunalnych osadów ściekowych, w dalszej kolejności ich przygotowywanie do ponownego użycia (np. w rolnictwie), recykling, inne procesy odzysku. Zgodnie z art. 96 ust. 1 pkt 1–3 ustawy o odpadach, odzysk komunalnych osadów ściekowych w rolnictwie polega na stosowaniu ich do:

- 1) uprawy wszystkich płodów rolnych wprowadzanych do obrotu handlowego, włączając w to uprawy przeznaczane do produkcji pasz,
- 2) do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu,
- 3) do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i do produkcji pasz,
- 4) do rekultywacji terenów, w tym gruntów na cele rolne.

¹ Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012r, Dz. U. z 2022 r. poz. 699, z późn. zm.

Stosowanie komunalnych osadów ściekowych jest możliwe, jeżeli są one 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 komunalnych osadów ściekowych na „zagniwanie” i eliminuje zagrożenie dla środowiska lub życia i zdrowia ludzi (Cieslik *et al.*, 2015; Kacprzak *et al.*, 2017; Przydatek & Wota, 2020).

Zgodnie z **art. 20 ust. 3 pkt 1 Ustawy o odpadach** „zakazuje się stosowania komunalnych osadów ściekowych poza obszarem województwa, na którym zostały wytworzone”, jednakże **ustawa o odpadach w art. 20 ust. 5**, dopuszcza stosowanie komunalnych osadów ściekowych na obszarze województwa innego niż to, na którym zostały wytworzone, jeżeli odległość od miejsca wytworzenia odpadów do miejsca stosowania położonego na obszarze innego województwa jest mniejsza niż odległość do miejsca stosowania położonego na obszarze tego samego województwa.

Każdy wywóz osadów z oczyszczalni podlega przepisom prawa o odpadach. Jest on rejestrowany i monitorowany przez odpowiednie służby (WIOŚ), oczyszczalnia jest bowiem traktowana jako producent odpadów. Obowiązki producenta uzależnione są od dalszego sposobu postępowania z osadami. Każdy stosujący komunalne osady ściekowe musi wziąć pod uwagę **art. 45 ust. 1 pkt 3 o odpadach**, który nakłada obowiązek uzyskania odpowiedniej zgody na zbieranie lub przetwarzanie komunalnych osadów ściekowych. Natomiast z tego obowiązku zwalnia się osoby władające powierzchnią ziemi, na której są stosowane komunalne osady ściekowe w celach, o których mowa w art. 96 ust. 1 pkt 1–3.

Z kolei zgodnie z **art. 96 ust. 3 tej ustawy** tylko w przypadku stosowania komunalnych osadów ściekowych w rolnictwie, czy do uprawy roślin, to wytwórca odpowiada za ich stosowanie w środowisku do końca tego procesu. Oznacza to, że przekazanie osadów innemu podmiotowi nie zwalnia przedsiębiorstwa oczyszczania z obowiązku nadzoru nad osadami aż do fizycznego ich unieszkodliwienia. **Artykuł 96 ust 2 ustawy o odpadach** stanowi, że „komunalne osady ściekowe mogą być przekazywane do stosowania władającemu powierzchnią ziemi wyłącznie przez wytwórcę tych osadów”.

Każdy wytwórca jest zobowiązany do przekazywania władającemu powierzchnią ziemi, na której komunalne osady ściekowe mają być stosowane, informacji o dawkach osadu, które mogą być stosowane na poszczególnych gruntach wraz z wynikami badań osadów ściekowych wykonanymi przez laboratorium, a zleconymi przez wytwórcę.

Sposób wprowadzania osadów ściekowych do gleby reguluje **Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych z póź. zmianami**, które określa możliwe do zastosowania dawki osadów oraz ich parametry jakościowe. Zgodnie z tym rozporządzeniem komunalne osady ściekowe mogą być stosowane na gruntach, jeżeli są spełnione poniższe warunki.

1. Zawartość metali ciężkich w tych osadach nie przekracza ilości określonych w tabeli 1.

TABELA 1
Dopuszczalna zawartość metali ciężkich w komunalnych osadach ściekowych

Lp.	Metale	Zawartość metali ciężkich w mg/kg suchej masy osadów nie większa niż przy stosowaniu komunalnych osadów ściekowych		
		w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne	do rekultywacji terenów na cele nierolne	przy dostosowywaniu 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 produkcji pasz
1	Kadm (Cd)	20	25	50
2	Miedź (Cu)	1000	1200	2000
3	Nikiel (Ni)	300	400	500
4	Ołów (Pb)	750	1000	1500
5	Cynk (Zn)	2500	3500	5000
6	Rtęć (Hg)	16	20	25
7	Chrom (Cr)	500	1000	2500

ŹRÓDŁO: ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA Z 6.02.2015 R. W SPRAWIE KOMUNALNYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH, ZAŁ. 1., DZ.U. 2015 POZ. 257

Zbadanie próbki na zawartość wszystkich wyżej wymienionych metali ciężkich, przy zachowaniu wskazanych przez Ustawodawcę parametrów, umożliwia wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych w rolnictwie. **Jednakże**

przekroczenie zawartości dopuszczalnej choć jednego z parametrów metalu ciężkiego dyskwalifikuje materiał do zastosowania rolniczego.

2. W przypadku stosowania tych osadów w rolnictwie i do rekultywacji gruntów na cele rolne – nie wyizolowano bakterii z rodzaju Salmonella w reprezentatywnej próbce osadów o masie 100 g uzyskanej zgodnie z §5 ust. 3.

3. Łączna liczba żywych jaj pasożytów jelitowych Ascaris sp., Trichuris sp., Toxocara sp. w 1 kg suchej masy osadów przeznaczonych do badań stosowanych:

d) w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne – wynosi 0,

e) do rekultywacji terenów – jest nie większa niż 300,

f) do dostosowania gruntów do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu – jest nie większa niż 300,

g) do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu – jest nie większa niż 300,

h) do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i do produkcji pasz – jest nie większa niż 300.

Istotną kwestią dotyczącą wykorzystania komunalnych osadów ściekowych na cele rolnicze jest ich stabilność biologiczna. Szczególnie dotyczy to bakterii z rodzaju Salmonella, pasożytów jelitowych Ascaris sp., Trichuris sp., Toxocara. Zatem zdatność do rolniczego wykorzystania mają tylko te komunalne osady ściekowe, które przeszły badania laboratoryjne, są stabilne biologicznie i nie zawierają jaj pasożytów jelitowych i bakterii z rodzaju Salmonella.

4. Ilość metali ciężkich w wierzchniej warstwie gruntu o głębokości 0–25 cm, na którym te osady mają być stosowane, nie przekracza wartości dopuszczalnych określonych w tabelach 2. i 3.

5. Wartość pH gleby na terenach użytkowanych rolniczo, na których te osady mają być stosowane, jest nie mniejsza niż 5,6.

6. Stosowanie tych osadów nie powoduje pogorszenia jakości gleby, ziemi oraz wód powierzchniowych i podziemnych, w szczególności szkody w środowisku w rozumieniu ustawy z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1789).

TABELA 2

Wartości dopuszczalne ilości metali ciężkich w wierzchniej warstwie gruntu o głębokości 0–25 cm przy stosowaniu komunalnych osadów ściekowych w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne

Lp.	Metale	Wartość dopuszczalna ilości metali ciężkich w mg/kg suchej masy gruntu nie większa niż na gruntach		
		lekkich	średnich	ciężkich
1	Kadm (Cd)	1	2	3
2	Miedź (Cu)	25	50	75
3	Nikiel (Ni)	20	35	50
4	Ołów (Pb)	40	60	80
5	Cynk (Zn)	80	120	180
6	Rtęć (Hg)	0,8	1,2	1,5
7	Chrom (Cr)	50	75	100

ŹRÓDŁO: ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA Z 6.02.2015 R. W SPRAWIE KOMUNALNYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH, ZAŁ. 2., DZ.U. 2015 POZ. 257

TABELA 3

Wartości dopuszczalne ilości metali ciężkich w wierzchniej warstwie gruntu o głębokości 0–25 cm przy stosowaniu komunalnych osadów ściekowych do rekultywacji terenów na cele nierolne, przy dostosowywaniu 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 oraz do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i produkcji pasz

Lp.	Metale	Wartość dopuszczalna ilości metali ciężkich w mg/kg suchej masy gruntu nie większa niż na gruntach		
		lekkich	średnich	ciężkich
1	Kadm (Cd)	3	4	5
2	Miedź (Cu)	50	75	100
3	Nikiel (Ni)	30	45	60
4	Ołów (Pb)	50	75	100
5	Cynk (Zn)	150	220	300
6	Rtęć (Hg)	1	1,5	2
7	Chrom (Cr)	100	150	200

ŹRÓDŁO: ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA Z 6.02.2015 R. W SPRAWIE KOMUNALNYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH, ZAŁ. 3., DZ.U. 2015 POZ. 257

7. Osady te są wykorzystywane poza okresem wzrostu i rozwoju roślin przeznaczonych do bezpośredniego spożycia przez ludzi rozumianym jako czas od siewu lub sadzenia do zbioru.

Warunkiem wykorzystywania komunalnych osadów ściekowych jest wykonywanie badań jakościowych osadów i gruntów na których mają być stosowane osady. Badania muszą być wykonane przez ich wytwórcę w laboratoriach badawczych zgodnie z § 5 i 6, art. 147a ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – **Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2013 r. poz. 1232, z późn. zm.)** oraz **art. 5 pkt 4 ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r.** o systemie oceny zgodności (Dz. U. z 2021 r. poz. 1344) lub w laboratorium posiadającym certyfikat systemu zarządzania jakością obejmujący procedurę badania komunalnych osadów ściekowych.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych obliuguje do badania komunalnych osadów ściekowych metodami referencyjnymi i określenia takich parametrów jak:

1. wartości pH;
2. zawartości s.m. – wyrażonej w procentach masy komunalnych osadów ściekowych;
3. zawartości substancji organicznej – wyrażonej w procentach s.m.;
4. zawartości azotu ogólnego, w tym azotu amonowego – wyrażonej w procentach s.m.;
5. zawartości fosforu ogólnego – wyrażonej w procentach s.m.;
6. zawartości wapnia i magnezu – wyrażonej w procentach s.m.;
7. zawartości metali ciężkich: ołowiu, kadmu, rtęci, niklu, cynku, miedzi i chromu – wyrażonej w mg/kg s.m.;
8. obecności bakterii chorobotwórczych z rodzaju Salmonella w 100 g osadu;
9. liczby żywych jaj pasożytów jelitowych Ascaris sp., Trichuris sp., Toxocara sp. w kg s.m.

Badania metodami referencyjnymi komunalnych osadów ściekowych przeznaczonych do stosowania przeprowadza się z częstotliwością zależną od obciążenia oczyszczalni ścieków, wyrażonego równoważną liczbą mieszkańców w rozumieniu art. 86 ust. 3 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (Dz. U. z 2021 r. poz. 2233 i 2368 oraz z 2022 r. poz. 88), nie rzadziej niż:

- raz na sześć miesięcy – przy równoważnej liczbie mieszkańców do 2000;
- raz na trzy miesiące – przy równoważnej liczbie mieszkańców powyżej 2000 do 10 000;

- raz na dwa miesiące – przy równoważnej liczbie mieszkańców powyżej 10 000 do 100 000;
- raz na miesiąc – przy równoważnej liczbie mieszkańców ponad 100 000.

Te przepisy wejdą dopiero w życie. Natomiast po 14 dniach od momentu opublikowania rozporządzenia obowiązują zmiany porządkujące.

W chwili obecnej obowiązuje zapis:

1. raz na sześć miesięcy – przy równoważnej liczbie mieszkańców do 10 000;
2. raz na cztery miesiące – przy równoważnej liczbie mieszkańców powyżej 10 000 do 100 000;
3. raz na dwa miesiące – przy równoważnej liczbie mieszkańców ponad 100 000.

Badania gruntów metodami referencyjnymi, na których mają być stosowane komunalne osady ściekowe, obejmują ustalenie:

- wartości pH;
- zawartości fosforu przyswajalnego w przeliczeniu na P_2O_5 (pięciotlenek fosforu), jeżeli osad będzie stosowany w rolnictwie – wyrażonej w mg/100g gleby;
- zawartości metali ciężkich: ołowiu, kadmu, rtęci, niklu, cynku, miedzi i chromu – wyrażonej w mg/kg s.m.

Badania gruntów wykonuje się każdorazowo przed skierowaniem danej partii komunalnych osadów ściekowych do zastosowania na gruncie.

Zgodnie z powyższym **Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r.** przy ustalaniu dopuszczalnej dawki komunalnych osadów ściekowych wykorzystywanych na cele w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne uwzględnia się zasady dobrej praktyki rolniczej, w szczególności dostosowując dawkę komunalnych osadów ściekowych pod względem zawartości azotu i fosforu do potrzeb wegetacyjnych roślin oraz uwzględniając przy ustalaniu tej dawki nawozy stosowane na danym gruncie, środki wspomagające uprawę roślin i polepszacze gleby.

Dopuszczalną dawkę komunalnych osadów ściekowych ustala się w taki sposób, aby jej zastosowanie na danym gruncie nie spowodowało przekroczenia w wierzchniej warstwie gruntu o głębokości 0–25 cm wartości dopuszczalnych ilości metali ciężkich określonych w tabelach 2. i 3.

Dopuszczalne dawki komunalnych osadów ściekowych, które mogą być stosowane w ciągu roku na jednostkę powierzchni gruntu, pod warunkiem

przestrzegania dopuszczalnej zawartości metali ciężkich w komunalnych osadach ściekowych (tabela 1.), nie mogą przekraczać:

- 1) w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne – 3 Mg s.m./ha/rok;
- 2) do rekultywacji terenów na cele nierolne oraz przy dostosowywaniu 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 – 15Mg s.m./ha/rok.

Przy jednokrotnym w ciągu dwóch albo trzech lat stosowaniu komunalnych osadów ściekowych w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne dopuszczalna dawka komunalnych osadów ściekowych może być skumulowana i nie może przekraczać odpowiednio 6Mg s.m./ha/2 lata i 9Mg s.m./ha/3 lata.

Przy jednokrotnym w ciągu dwóch albo trzech lat stosowaniu komunalnych osadów ściekowych do rekultywacji terenów na cele nierolne oraz przy dostosowywaniu 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 oraz roślin nieprzeznaczonych do spożycia i do produkcji pasz dopuszczalna dawka komunalnych osadów ściekowych może być skumulowana i nie może przekraczać odpowiednio 30 Mg s.m./ha/2 lata i 45 Mg s.m./ha/3 lata.

Kwestie gospodarowania komunalnymi osadami ściekowymi reguluje **Rejestr BDO**. Podmiotem dokonującym ewidencji w Karcie Ewidencji Komunalnych Osadów Ściekowych są oczyszczalnie ścieków (zastosowanie komunalnych osadów ściekowych na cele rolnicze zgodnie z art. 96 ustawy o odpadach). Ustawodawca dokładnie określił, czy wykorzystujący komunalne osady ściekowe podmiot podlega wpisowi do rejestru BDO. **Artykuł 51 ust. 2 pkt 2 ustawy o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r.** wskazuje, że „wpisowi do rejestru nie podlega podmiot władający powierzchnią ziemi, na której są stosowane komunalne osady ściekowe w celach rolniczych” (art. 96 ust. 1 pkt 1–3).

Zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami zawartą w ustawie o odpadach z dnia **14 grudnia 2012** jedną z metod jest odzysk. Ustawodawca definiuje odzysk jako „proces, którego głównym wynikiem jest to, aby odpady służyły użytecznemu zastosowaniu przez zastąpienie innych materiałów, które w przeciwnym przypadku zostałyby użyte do spełnienia danej funkcji, lub w wyniku którego

odpady są przygotowywane do spełnienia takiej funkcji w danym zakładzie lub ogólnie w gospodarce”. Dodatkowo w ustawie rozróżnia się odzysk:

- energetyczny definiowany jako „termiczne przekształcanie odpadów w celu odzyskania energii”;
- materiałów – „rozumie się przez to każdy odzysk inny niż odzysk energii i ponowne przetwarzanie na materiały, które mogą zostać wykorzystane jako paliwa lub inne środki wytwarzania energii; odzysk materiałów obejmuje w szczególności przygotowanie do ponownego użycia, recykling i prace ziemne”.

Załącznik nr 1 do ustawy o odpadach określa 13 metod odzysku przedstawionych w tabeli 4.

TABELA 4
Metody odzysku określone w ustawie odpadach

R1	Wykorzystanie głównie jako paliwa lub innego środka wytwarzania energii
R2	Odzysk/regeneracja rozpuszczalników
R3	Recykling lub odzysk substancji organicznych, które nie są stosowane jako rozpuszczalniki (w tym kompostowanie i inne biologiczne procesy przekształcania)
R4	Recykling lub odzysk metali i związków metali
R5	Recykling lub odzysk innych materiałów nieorganicznych
R6	Regeneracja kwasów lub zasad
R7	Odzysk składników stosowanych do redukcji zanieczyszczeń
R8	Odzysk składników z katalizatorów
R9	Powtórna rafinacja lub inne sposoby ponownego użycia olejów
R10	Obróbka na powierzchni ziemi przynosząca korzyści dla rolnictwa lub poprawę stanu środowiska
R11	Wykorzystywanie odpadów uzyskanych w wyniku któregośkolwiek z procesów wymienionych w pozycji R1–R10
R12	Wymiana odpadów w celu poddania ich któremukolwiek z procesów wymienionych w pozycji R1–R11
R13	Magazynowanie odpadów poprzedzające którykolwiek z procesów wymienionych w pozycji R1–R12 (z wyjątkiem wstępnego magazynowania u wytwórcy odpadów)

ŹRÓDŁO: ZAŁĄCZNIK NR 1 DO USTAWY Z DNIA 14 GRUDNIA 2012 R. O ODPADACH, DZ.U. 2013 POZ. 21

Metoda R3 ma na celu odzysk i przygotowanie surowca do ponownego użycia. Proces ten może odbywać się w wyniku kompostowania, zgazowania (półspalania) lub pirolizy, czyli spalania odpadów w warunkach beztlenowych lub z minimalnym wykorzystaniem tlenu. Do procesu odzysku R3 może zostać wykorzystany zgodnie z **Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 12.06.2015** odpad o kodzie 19 08 03, czyli ustabilizowany osad ściekowy. Z surowców, poddawanych obróbce R3, powstaje między innymi poferment, który może być również stosowany jako nawóz.

Kompostowanie, zwane również recyklingiem organicznym, to naturalna metoda odzysku i zagospodarowania odpadów. Polega ona na obróbce tlenowej odpadów, które ulegają rozkładowi biologicznemu w kontrolowanych warunkach przy wykorzystywaniu mikroorganizmów, w wyniku czego powstaje materia organiczna. Pierwszy etap kompostowania odbywa się przy zastosowaniu wymuszonego napowietrzania przyzmy kompostowej, w drugim etapie stosuje się otwarte przyzmy z mechanicznym przerzucaniem zawartości. Czas potrzebny na całkowite przetworzenie organicznych odpadów w wartościowy produkt, jakim jest kompost, wynosi min. 12 tygodni. W przypadku nieosiągnięcia wymagań określonych w **Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2008 nr 119 poz. 765 z późn. zm.)** produkt wyjściowy procesu kompostowania nazywany jest stabilizatem i klasyfikowany jest jako odpad o kodzie 19 05 03. Stabilizat nie może być klasyfikowany jako odpad 19 05 01 – nieprzekompostowane frakcje odpadów komunalnych, gdyż oprócz składników nieprzefermentowanych, zawiera też częściowo rozłożoną frakcję biologiczną. Stabilizat może być użyty do rekultywacji lub składowany jako odpad inny niż niebezpieczny.

Kompost można otrzymać również w procesie fermentacji. Fermentacja meta-nowa to proces, który przebiega w ściśle określonych warunkach środowiskowych, tj. przy zachowaniu odpowiedniej temperatury, pH, uwodnienia masy odpadowej oraz w warunkach ściśle beztlenowych. Czas fermentacji uzależniony jest od temperatury prowadzenia procesu, i tak w warunkach mezofilowych czas ten wynosi min. 20 dni, a w warunkach termofilowych min. 12 dni. Produkt końcowy procesu fermentacji, to poferment. Analogicznie do kompostowania, poferment niespełniający wymogów jakościowych klasyfikowany jest jako odpad 19 06 04 – przefermentowane odpady z beztlenowego rozkładu odpadów komunalnych.

W takim przypadku poferment może dalej zostać skierowany do procesu kompostowania (R3), w celu uzyskania kompostu o walorach nawozowych lub środka wspomagającego rozwój roślin.

Zgodnie z paragrafem 14.1 Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 18 czerwca 2008 roku w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2008 nr 119 poz. 765 z późn. zm.) dopuszczalne zawartości zanieczyszczeń w nawozach organicznych, organiczno-mineralnych oraz w środkach organicznych, organiczno-mineralnych wspomagających uprawę roślin nie mogą przekraczać:

- Cr (chrom) – 100 mg/kg suchej masy nawozu lub środka wspomagającego uprawę,
- Cd (kadm) – 5 mg/kg suchej masy nawozu lub środka wspomagającego uprawę,
- Ni (nikiel) – 60 mg/kg suchej masy nawozu lub środka wspomagającego uprawę,
- Pb (ołów) – 140 mg/kg suchej masy nawozu lub środka wspomagającego uprawę,
- Hg (rtęć) – 2 mg/kg suchej masy nawozu lub środka wspomagającego uprawę.

W nawozach i środkach wspomagających rozwój roślin niedopuszczalne jest występowanie żywych jaj pasożytów jelitowych *Ascaris* sp. *Trichuris* sp. *Toxocara* sp. oraz bakterii z grupy *Salmonella*.

Metoda odzysku R10 polega na obróbce odpadów na powierzchni ziemi, przynoszącej korzyści dla rolnictwa lub poprawę stanu środowiska; kolokwialnie mówiąc – na wykorzystaniu odpadów w rolnictwie (**Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10**). Zgodnie z w/w rozporządzeniem wykorzystane w tej metodzie mogą być osady ściekowe przedstawione w tabeli 5.

TABELA 5
Osady ściekowe mogące być wykorzystane w procesie odzysku R10

02 02 04	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 03 05	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 04 03	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 05 02	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków

02 06 03	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 07 05	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
ex 03 03 11	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków inne niż wymienione w 03 03 10 – niezawierające chlorowanych węglowodorów
04 01 07	Osady niezawierające chromu, zwłaszcza z zakładowych oczyszczalni ścieków
ex 10 12 13	Szlamy z zakładowych oczyszczalni ścieków – niezawierające metali ciężkich
19 08 05	Ustabilizowane komunalne osady ściekowe

ŹRÓDŁO: ZAŁĄCZNIK DO ROZPORZĄDZENIA MINISTRA ŚRODOWISKA Z DNIA 20 STYCZNIA 2015 R. W SPRAWIE PROCESU ODZYSKU R10, DZ.U. 2015 POZ. 132

Odpady o kodzie 19 08 05 mogą być stosowane tylko przy łącznym spełnieniu następujących warunków:

- są spełnione wymagania jak dla komunalnych osadów ściekowych, określone w przepisach ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach i w przepisach wydanych na podstawie art. 96 ust. 13 tej ustawy,
- odpady są stosowane w taki sposób i w takiej ilości, aby ich stosowanie nie spowodowało pogorszenia jakości gleby, ziemi oraz wód powierzchniowych i podziemnych nawet przy długotrwałym stosowaniu, w szczególności nie spowodowało szkody w środowisku w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie – przy czym wytwórca odpadów dysponuje wynikami badań potwierdzającymi jakość odpadów i jakość gleb, na których odpady mają być stosowane, wykonanych przez laboratorium, o którym mowa w art. 147a ust. 1 pkt 1 lub ust. 1a ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska.

5. Analizy praktyk stosowanych w zakresie przetwarzania osadów w oczyszczalniach

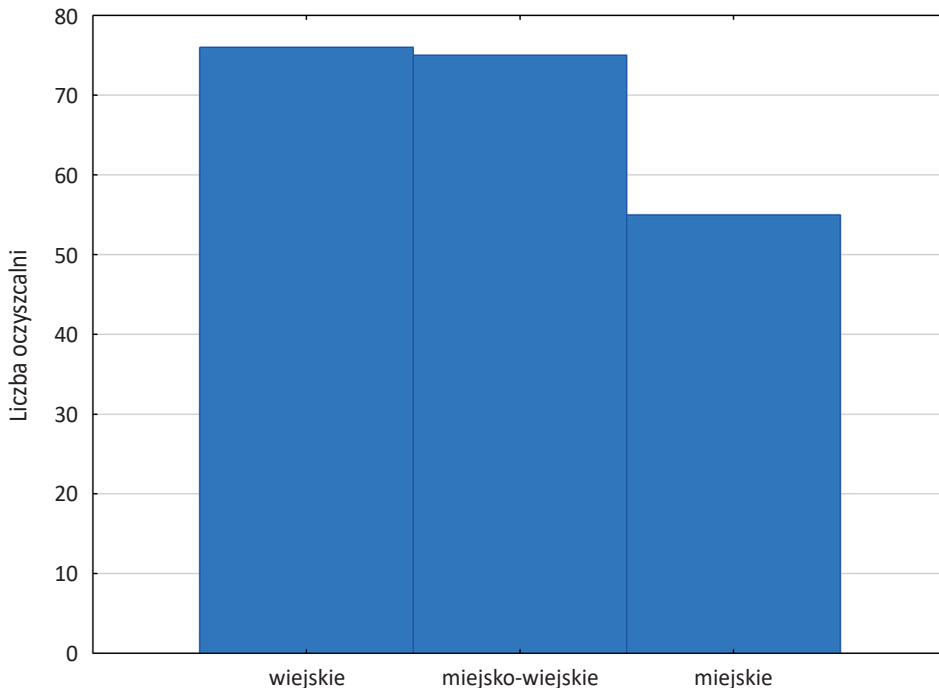
5.1. Założenia

Masę osadów ściekowych wykorzystywanych na różne cele analizowano w kontekście jednostek administracyjnych jak też odnoszono je do populacji danej gminy. Zgodnie z aktualnym stanem prawnym, analizowane gminy podzielono na miejskie, miejsko-wiejskie i wiejskie.

Zaskakująco dużo podmiotów nie podaje danych, choć w zestawieniu zaznaczają, że osady są na bieżąco zabierane przez rolników indywidualnych lub firmy współpracujące. Część jednostek administracyjnych, w tym kilka dużych miast, informowało w badaniu, że osady są odprowadzane na bieżąco, nie informując jednocześnie o masie tych odprowadzanych osadów. Niektóre jednostki podały potencjalne możliwości jakimi dysponują do składowania osadów, nie podając konkretnych wartości ilości osadów gromadzonych w ciągu roku. Takie jednostki nie mogły być uwzględnione w analizie. Zdarzały się też informacje o rocznej ilości osadów „mokrych”. W tych przypadkach przeliczono masę odpadów przyjmując zależność: $ms = 0,3 \times „mm”$, gdzie ms – masa sucha, „ mm ” – masa mokra. Deklaracje nie zawierają ujednoczonych jednostek miary, są podawane w tonach, Mg, także w m^3 . W zestawieniu uporządkowano jednostki, przyjmując Mg i tonę masy suchej jako jednostkę podstawową i przyjętą do dalszych analiz. Wyniki ułamkowe zaokrąglono do liczb całkowitych.

5.2. Wyniki analizy dotyczącej masy osadów ściekowych

W badaniu wzięło udział 208 jednostek (oczyszczalni ścieków komunalnych). Jak możemy zauważyć, liczba gmin miejskich, miejsko-wiejskich i wiejskich jest zbliżona. Można więc stwierdzić, że wszystkie rodzaje gmin są w aspekcie



Rys. 1. Rozkład typów gmin w badaniu

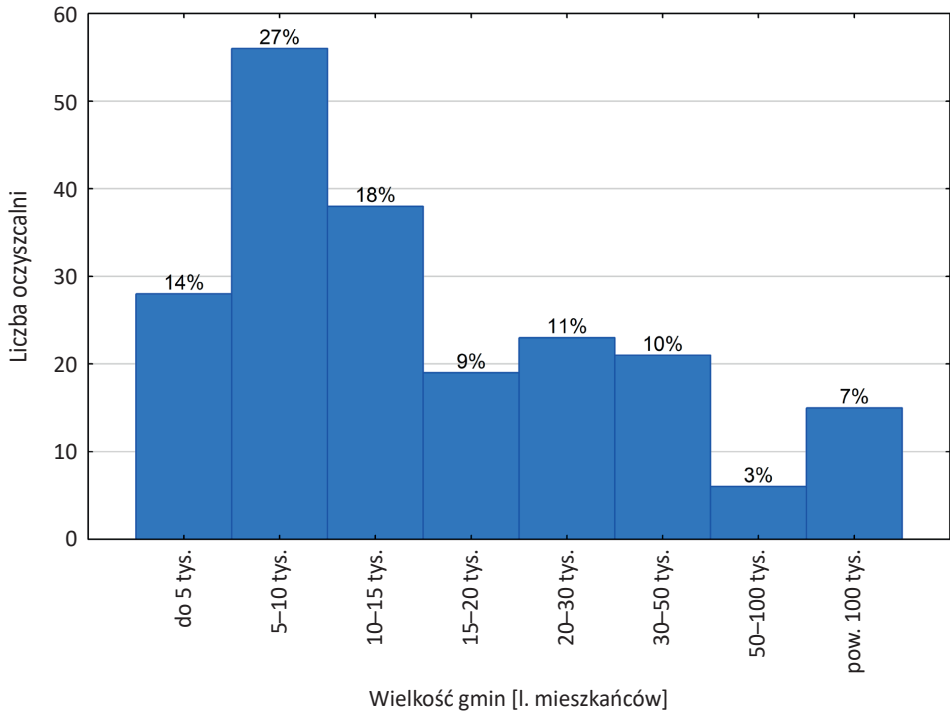
statystycznym reprezentatywnie. Na rysunku 1 przedstawiono rozkład badanej populacji gmin na gminy wiejskie, miejsko-wiejskie i miejskie.

Na rysunku 2 przedstawiono rozkład wielkości gmin biorących udział w badaniu w zależności od liczby mieszkańców.

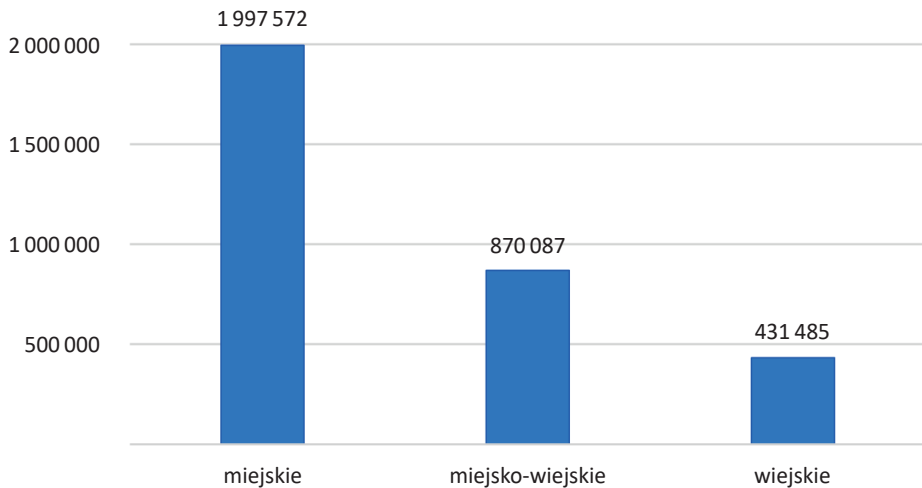
Nieco inaczej pod względem ilościowym przedstawia się populacja ludności w poszczególnych rodzajach gmin. Strukturę ludnościową przedstawiono na rysunku 3.

W badanej grupie gmin zdecydowanie najwięcej ludności jest w gminach miejskich, następnie miejsko-wiejskich, najmniej ludności zamieszkuje gminy wiejskie. Wydaje się, że wyniki przedstawione na rysunku 3 dość dobrze są skorelowane z populacją Polski.

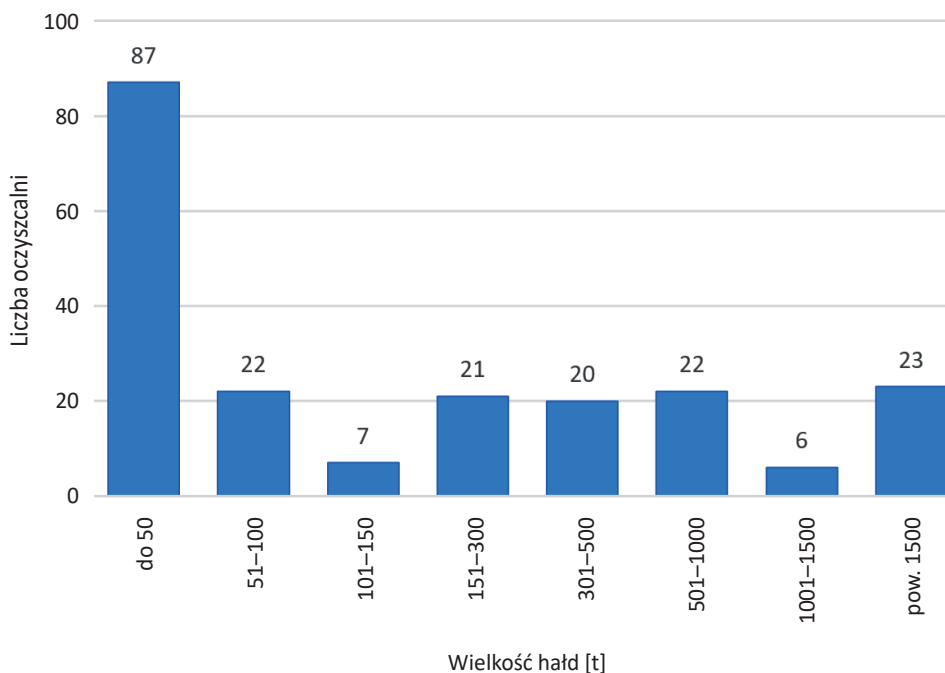
Dla bliższego zobrazowania ilości osadów w badanej grupie podmiotów podzielono gminy także pod względem deklarowanej ilości osadów. Otrzymane wyniki przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 2. Rozkład wielkości gmin biorących udział w badaniu w zależności od liczby mieszkańców

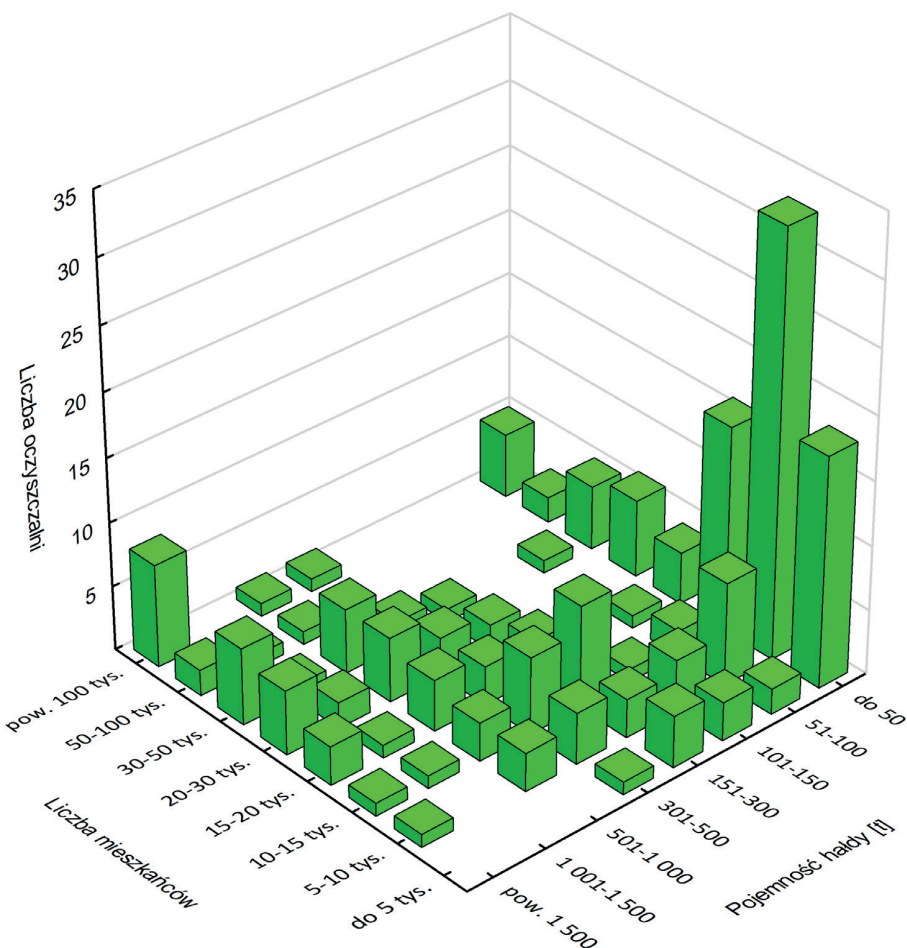


Rys. 3. Liczba ludności w poszczególnych typach gmin



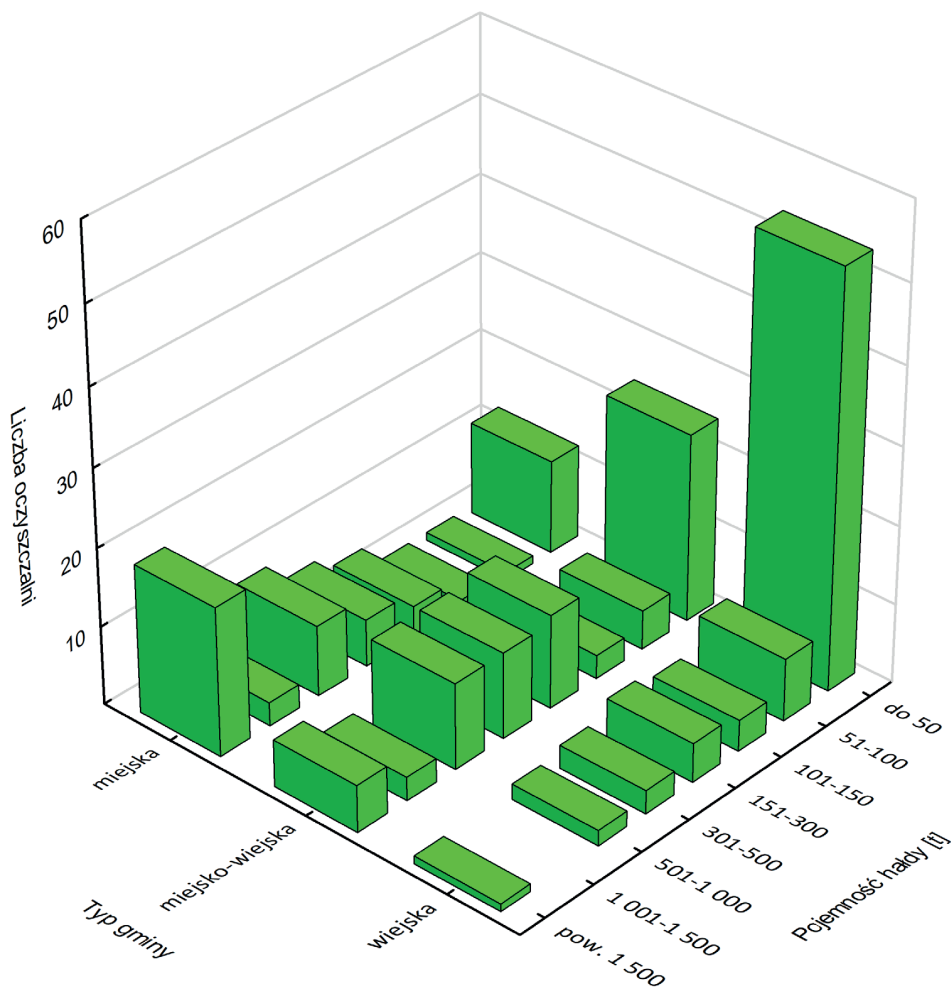
Rys. 4. Rozkład liczebności gmin względem wielkości hałd składowiskowych wyrażonych w Mg (tonach)

Na rysunku 5 pokazano zależność liczby oczyszczalni od wielkości hałd i wielkości gmin. Jak widać największą liczebnie grupę oczyszczalni stanowią te, w których wielkości hałd są najmniejsze. I to niezależnie od tego jak duża jest sama gmina. Ciekawym wyjątkiem jest obszar na środku wykresu, w którym stosunkowo duża liczba ośrodków o liczbie mieszkańców od 15 tys. do 30 tys. mieszkańców posiada hałdy składowiskowe o raczej dużej pojemności czyli od 150 do 1000 Mg. Z jednej strony wynika to z tego, że w tej grupie jest najwięcej gmin jeśli chodzi o liczby mieszkańców (co pokazano na rys. 2), ale też świadczy o tym, że taka wielkość hałdy występuje najczęściej. Należy zauważyć, że nie jest to wcale mała wielkość i gminy, które takie właśnie hałdy posiadają, deklarowały w badaniu, że mają kłopoty związane ze składowaniem w odpowiednich warunkach osadów. Takie gminy wskazywały, że planują inwestycje związane z powiększaniem miejsc do składowania osadów oraz ich zabezpieczaniem przed wpływem opadów atmosferycznych (zob. np. rys. 12).



Rys. 5. Rozkład wielkości buforów (pojemności hałd) w zależności od wielkości aglomeracji

Jak się można było spodziewać, najwięcej małych hałd składowiskowych posiadają oczyszczalnie zlokalizowane w gminach wiejskich (rys. 6). Natomiast i na tym wykresie widać że sumarycznie największa liczba oczyszczalni jest w grupie tych o najmniejszych powierzchniach składowiskowych. Największe składowiska czyli te o powierzchni powyżej 1500 Mg są domeną gmin miejskich. Wynika to z tego, że po pierwsze oczyszczalnie te przetwarzają największy wolumen ścieków, a po drugie mają utrudniony dostęp do odbiorców pozyskujących osady na cele rolnicze.

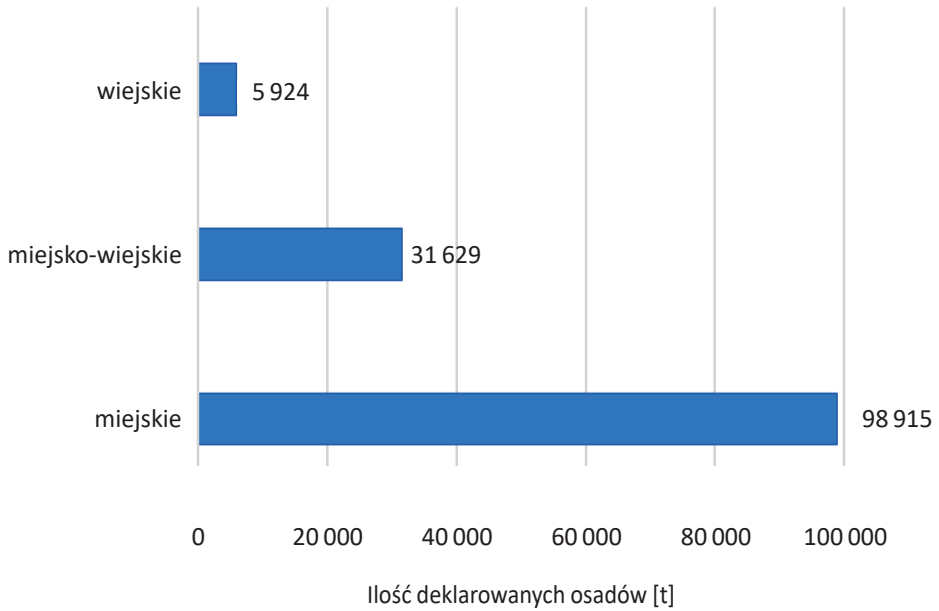


Rys. 6. Rozkład wielkości buforów w zależności od typu gminy

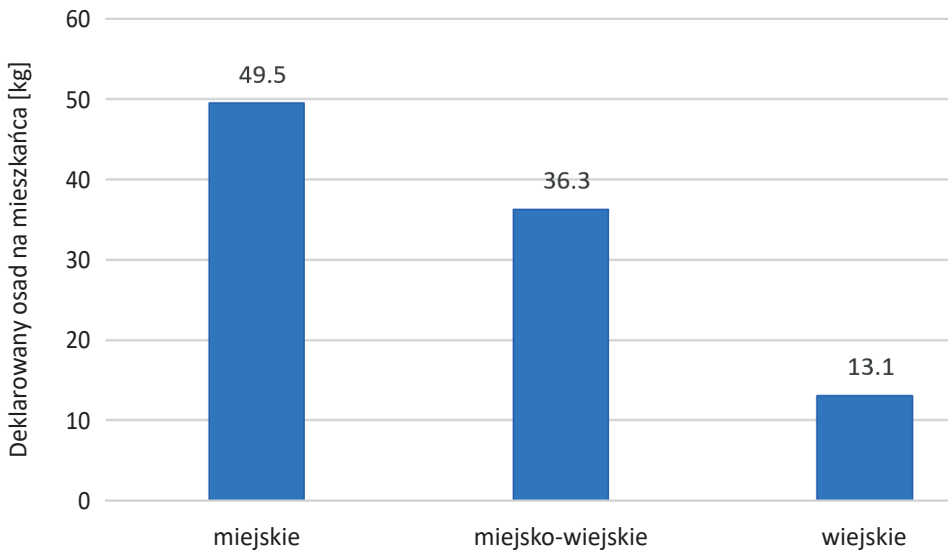
Przeprowadzono także analizę łącznej ilości deklarowanych osadów w poszczególnych rodzajach gmin. Wyniki przedstawiono na rysunku 7.

Zgodnie z przewidywaniem największą łączną ilość osadów deklarują gminy miejskie, następnie miejsko-wiejskie, a najmniej gminy wiejskie.

Dla pełniejszego zobrazowania tej struktury odniesiono także ilość osadów do populacji ludności w poszczególnych typach gmin. Wyniki przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 7. Ilość deklaryowanych osadów w poszczególnych rodzajach gmin



Rys. 8. Deklarowana ilość (w kg) osadów stałych przypadająca na jednego mieszkańca w poszczególnych rodzajach gmin

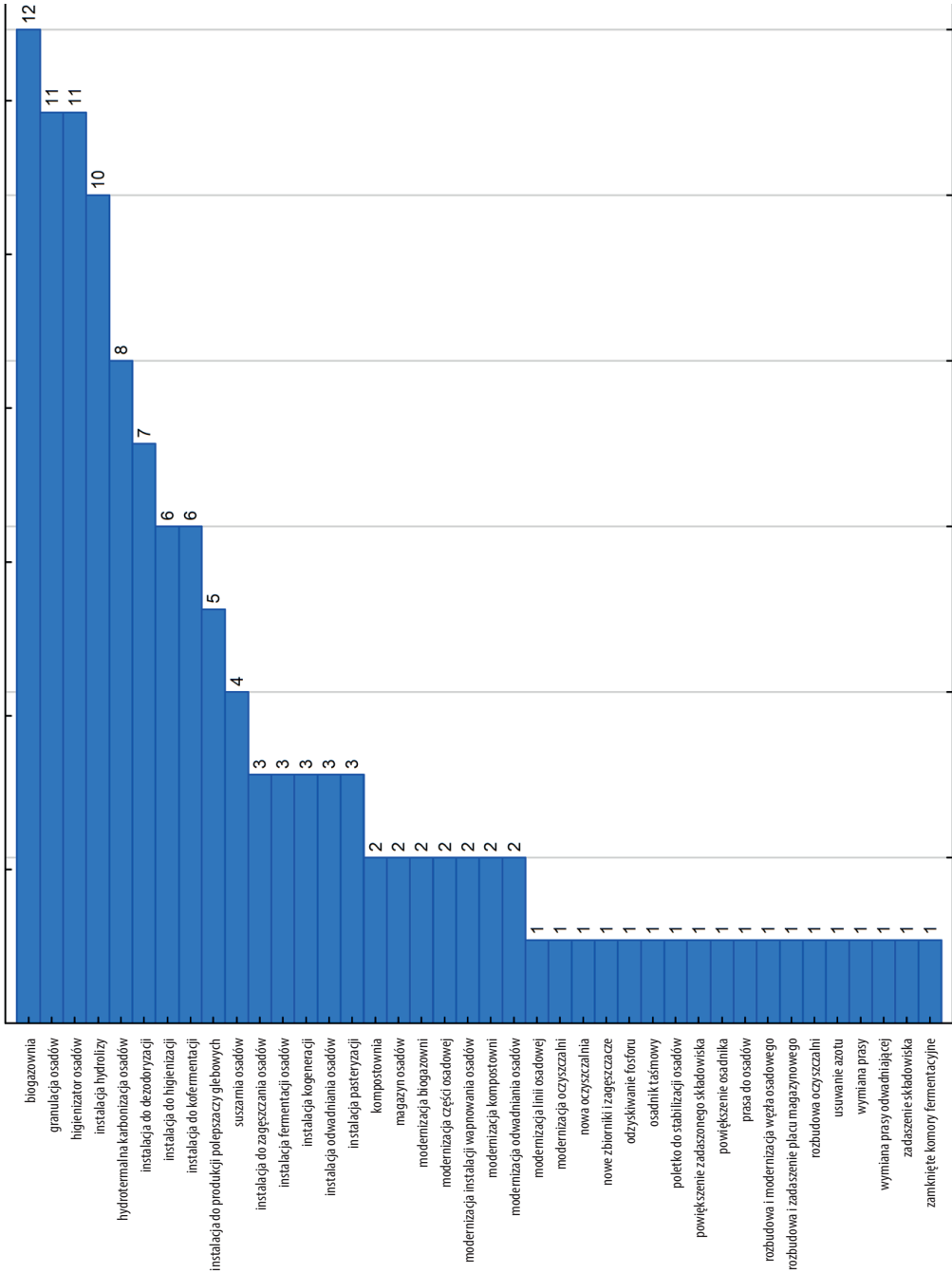
Jak można zauważyć, w gminach miejsko-wiejskich jest wytwarzanych około trzykrotnie więcej osadów, a w gminach miejskich ponad czterokrotnie więcej osadów w porównaniu do gmin wiejskich.

Analizując deklarowane przez poszczególne gminy ilości osadów i porównując je z populacją danej gminy łatwo zauważyć bardzo duże różnice. W wielu przypadkach różnice te są na tyle duże, że nie można tego tłumaczyć różną specyfiką gmin. Ewidentnie widać, w wielu przypadkach, zaniżoną ilość deklarowanej masy osadów. Może to wynikać z braku rzetelnych analiz lub trudnych do wytłumaczenia obaw przed podaniem prawdziwych danych.

5.3. Charakter deklarowanych inwestycji

Niezwykle istotną kwestią związaną z funkcjonowaniem oczyszczalni ścieków komunalnych jest rodzaj stosowanych technologii i poziom nowoczesności istniejących rozwiązań technicznych. W większości gmin w Polsce w ostatnich latach przeprowadzono bardzo intensywne prace związane z budową oraz modernizacją instalacji do oczyszczania ścieków komunalnych. Dzięki dość wysokiemu poziomowi absorpcji funduszy unijnych możliwa była realizacja wielkich inwestycji w gminach i na obszarach gdzie dotychczasowe rozwiązania w zakresie oczyszczania ścieków bytowych były złe w stosunku do innych części kraju oraz w stosunku do krajowych jak i unijnych wymogów prawnych.

Dzięki poczynionym inwestycjom osiągnięto w Polsce bardzo wysoki poziom nasycenia nowoczesnymi technologiami w zakresie oczyszczania ścieków w niemal wszystkich gminach. Eksploatacja takich instalacji dowiodła, że jest możliwe kompleksowe działanie w zakresie oczyszczenia ścieków nawet w niezwykle skrajnych przypadkach. Po osiągnięciu takiego stanu, w wielu miejscach w kraju okazało się, że pojawiają się trudności związane z bieżącą eksploatacją. Wynikają one chociażby z tego, że odpady powstające w procesach oczyszczania nie nadają się do przetwarzania w standardowy sposób lub po prostu ich ilość jest większa niż przewidywano to na etapie projektowania instalacji. Dlatego w wielu miejscach w kraju, i to zarówno w gminach miejskich, miejsko-wiejskich, jak i wiejskich, pojawiają się potrzeby i są one artykułowane przez zarządzających oczyszczalniami, bądź przez gminy władające tymi instalacjami, co do konieczności rozbudowy poszczególnych elementów istniejących instalacji (rys. 9). Potrzeby mają różne źródło. Dotyczą na przykład konieczności rozbudowy miejsc składowiskowych



Liczba oczyszczalni

Rys. 9. Deklarowane planowane inwestycje przez oczyszczalnie biorące udział w badaniu

i odpowiedniego zabezpieczenia tych miejsc. Jest to niezbędne w zakresie uszczelnienia podłoża (co ma zabezpieczyć przed dyfuzją zanieczyszczeń do gleby), jak i ochrony przed opadami atmosferycznymi, które prowadzą do przyspieszonej dyfuzji do gleby zanieczyszczeń znajdujących się w składowiskach, a także prowadzą do powstawania reakcji chemicznych oraz stymulowania rozkładu biologicznego gromadzonych osadów. Inne rodzaje potrzeb, które artykułują gminy dotyczą na przykład rozbudowy instalacji do zagęszczania lub osuszania osadów. Związane jest to z tym, że ilości generowanych osadów po oczyszczeniu ścieków okazują się większe niż zakładano podczas projektowania instalacji. Poza tym przepisy dotyczące sposobów wykorzystania osadów powstających po oczyszczeniu zmieniają się i będą się dalej zmieniać w kierunku ograniczania ich możliwości zbycia na cele bezpośrednio związane z rolnictwem bądź na cele pośrednio prowadzące do wprowadzenia resztek po osadach do środowiska.

Analizując uzyskane dane można zaobserwować przede wszystkim skłonność do inwestycji cząstkowych lub modernizacyjnych. Rzadko gminy deklarowały inwestycje kompleksowe i nowoczesne, jeszcze rzadziej przedsięwzięcia innowacyjne i prorozwojowe. Biorąc pod uwagę charakter planowanych inwestycji można w analizowanych gminach wyróżnić następujące elementy składowe (nazwane w opracowaniu także cząstkowymi) tych inwestycji:

- suszarnia osadu,
- zadaszony magazyn osadu,
- prasy śrubowo-talerzowe do odwadniania,
- powiększenie poletka osadowego,
- granulator osadów,
- kompostownia,
- podajnik do odbioru sprasowanego osadu,
- osadnik taśmowy,
- instalacja hydrolizy osadu do procesu fermentacji beztlenowej,
- hydrotermalna karbonizacja osadów,
- zbiorniki buforowe,
- rurociągi technologiczne,
- instalacja mechanicznego odwadniania osadu,
- komplet urządzeń do Autotermicznej Tlenowej Stabilizacji Osadów – ATSO,
- instalacja do produkcji biogazu,
- Wydzielone Komory Fermentacyjne – WKF.

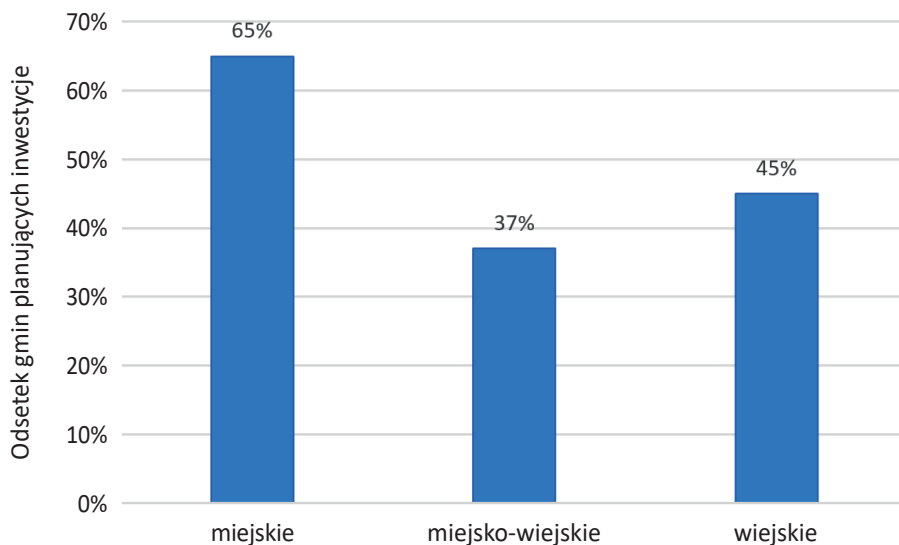
Należy zauważyć i podkreślić, że choć udział gmin deklarujących inwestycje w analizowanej populacji gmin jest stosunkowo wysoki, to konkretne zamierzenia inwestycyjne, także cząstkowe i zdefiniowane w postaci konkretnych planów zakupowych, deklarowało mniej jednostek niż to wynika z rysunku 10.

5.4. Inwestycje planowane

Przedstawiony powyżej rodzajowy wykaz inwestycji jest w zdecydowanej większości planem, tylko nieliczne gminy wykazały, że są na etapie projektowania inwestycji lub jej realizacji. Plany inwestycyjne w zależności od rodzaju gminy przedstawiono na rysunkach 10. i 11.

Największy odsetek gmin deklarujących inwestycje w każdej kategorii gmin to gminy miejskie. Są one z reguły większe, posiadają do zagospodarowania większą ilość osadów, prawdopodobnie są też bardziej zasobne. Nieco zaskakujący jest fakt, że udział gmin wiejskich deklarujących inwestycje jest wyższy od gmin o charakterze miejsko-wiejskim.

Analizując ogólne dane dotyczące planów inwestycyjnych gmin można sformułować pogląd, że deklaracje w ankietach „nie kosztują” i w niektórych

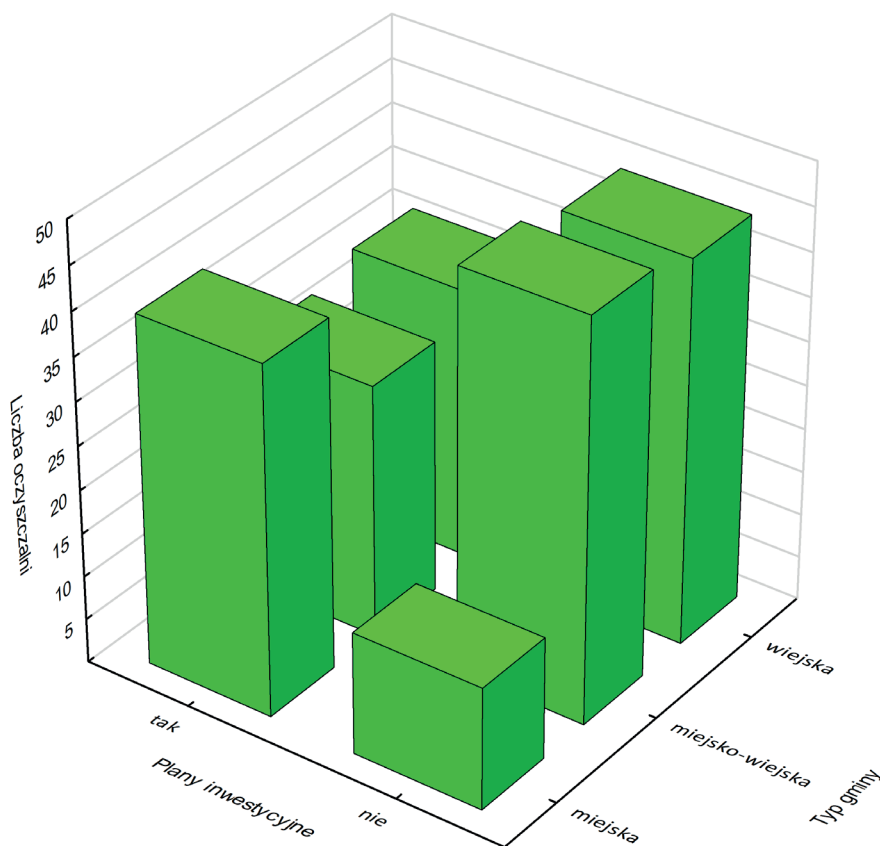


Rys. 10. Odsetek gmin w każdej z grup gmin deklarujący planowanie inwestycji w zagospodarowanie osadów

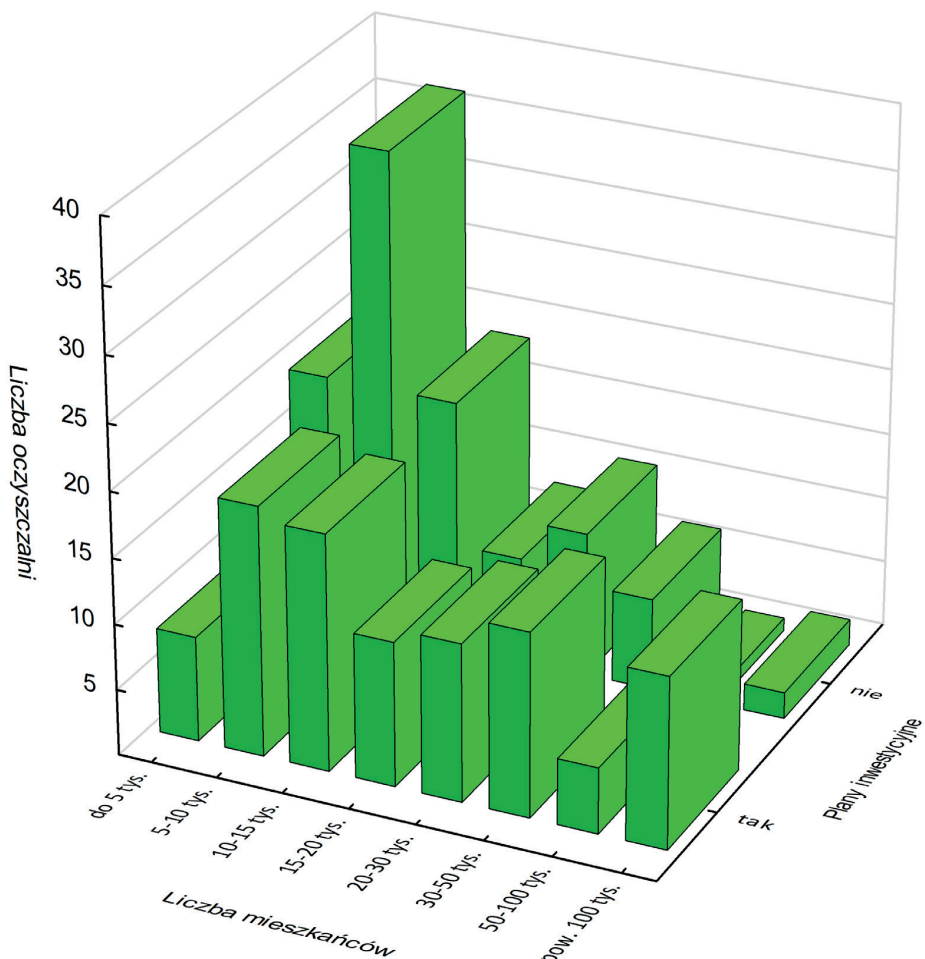
przypadkach są to deklaracje „na wyrost”, bo lepiej to wygląda, jak gmina stara się wykazać swój proekologiczny charakter.

Tylko w 14 gminach z analizowanej grupy podmiotów są aktualnie prowadzone prace modernizacyjne. Zdecydowanie więcej gmin planuje inwestycje, ale w nieokreślonym czasie. Jak wynika z rysunku 11. jest to relatywnie dość wysoki odsetek gmin planujących inwestycje. Najwięcej, gdyż 65% gmin miejskich takie inwestycje planuje.

Skłonność do inwestowania w modernizację oczyszczalni w dużych gminach daje się potwierdzić również na bardziej szczegółowym zestawieniu. Na rysunku 12. pokazano zależność istnienia planów inwestycyjnych w zależności od wielkości



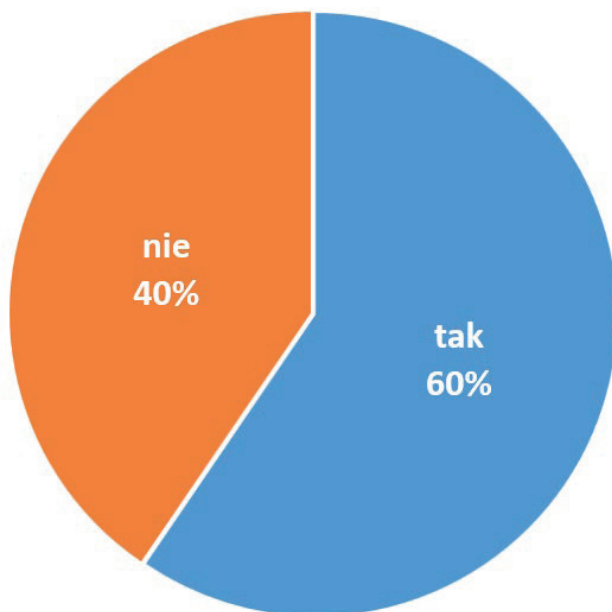
Rys. 11. Istnienie planów inwestycyjnych w zakresie usprawniania gospodarowania osadami w zależności od typu gminy



Rys. 12. Istnienie planów inwestycyjnych w zakresie usprawniania gospodarowania osadami w zależności od wielkości aglomeracji

aglomeracji, w której znajduje się oczyszczalnia. Widać tu, że wśród dużych aglomeracji istnieje stosunkowo duża liczba podmiotów mających plany inwestycyjne, natomiast wraz ze spadkiem wielkości aglomeracji rośnie liczba gmin, które nie posiadają planów inwestycyjnych.

Charakterystyczne jest to, że duża część gmin (ponad 60%) nie podających danych dotyczących ilości osadów planuje również inwestycje. Szczegóły przedstawiono na rysunku 13.



Rys. 13. Planowanie inwestycji w grupie podmiotów nie wykazujących danych o ilości osadów

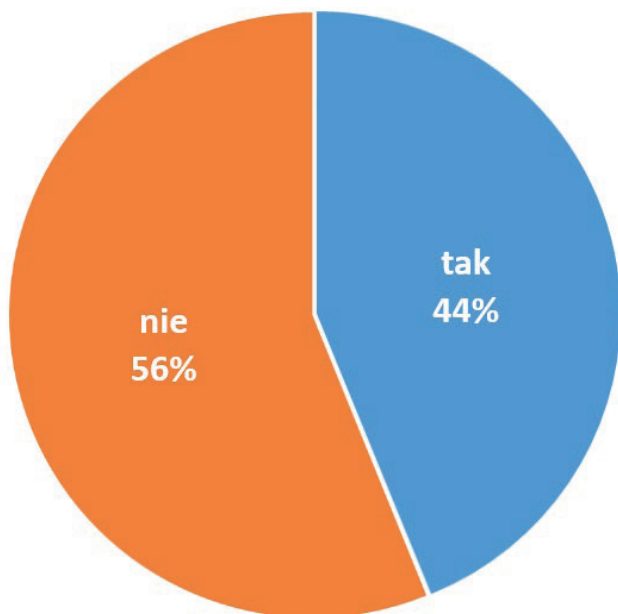
Z posiadanych danych nie wynika wprost żaden związek który łączyłby fakt braku danych o osadach z charakterem gminy bądź z jej wielkością. W grupie tej znajdują się zarówno gminy małe, miasta powiatowe jak też niektóre miasta wojewódzkie.

5.5. Skłonność do inwestycji w funkcji ilości gromadzonych osadów

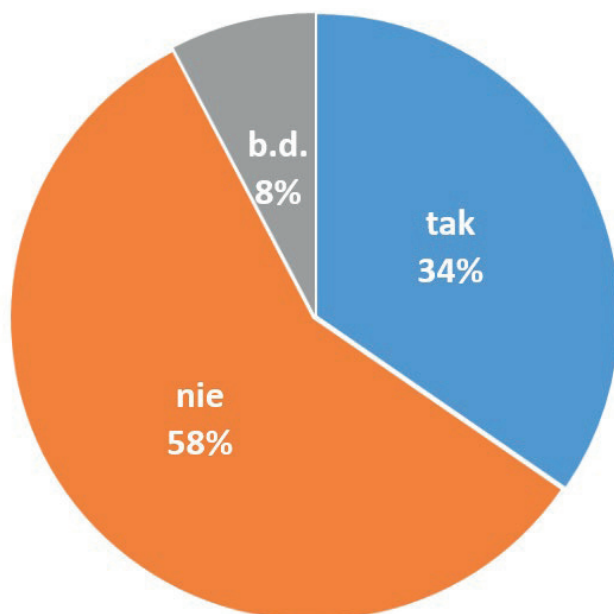
Wyniki analizy planowania inwestycji w grupach gmin według ilości deklarowanych osadów przedstawiono na rysunkach 14–19.

Z danych przedstawionych na rysunku 14 wynika, że mniej niż połowa podmiotów (44%), które mają składowiska o wielkości do 100 Mg deklaruje zamierzenia inwestycyjne. Z analizy planów inwestycyjnych wynika, że są to najczęściej inwestycje cząstkowe, np. prasa do odwadniania osadów, miejsce do składowania lub inwestycja w poprawę jakości granulatu.

W grupie gmin deklarujących składowiska osadów o wielkościach w granicach 100–500 Mg zamierzenia inwestycyjne deklaruje 34% badanych gmin (rys. 15).



Rys. 14. Planowanie inwestycji w grupie podmiotów deklarujących $ms < 100$ Mg



Rys. 15. Planowanie inwestycji w grupie podmiotów deklarujących $ms = 100-500$ Mg



Rys. 16. Planowanie inwestycji w grupie podmiotów deklarujących $ms = 501-1000$ Mg

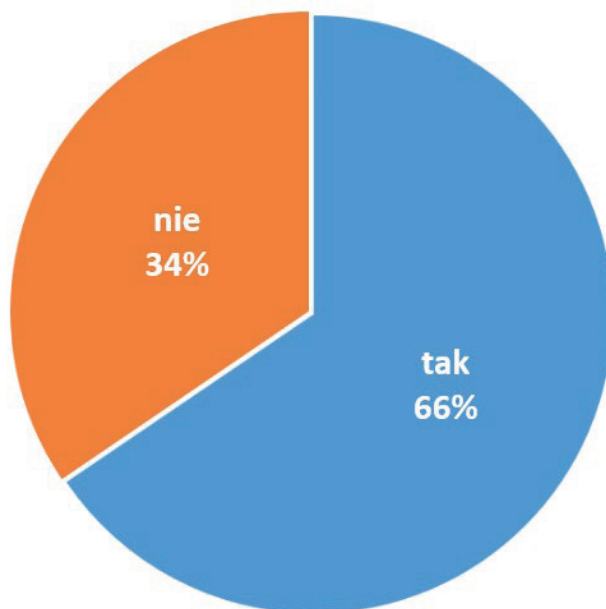
Jest to relatywnie najniższy wskaźnik wśród wszystkich grup gmin podzielonych według deklarowanej masy osadów. W zasadzie brak jest czynników w sposób oczywisty uzasadniających taki wynik. Odnosi się wrażenie, że w przekazanych danych wiele jest przypadkowości i próba racjonalnego uzasadniania i uogólniania wyników wiąże się z dużym poziomem niepewności.

Zestawienie statystycznie wskazuje dla posiadaczy większych składowisk (rys. 16), że w tej grupie jest najwyższy wskaźnik „podatności” na inwestycje (73%).

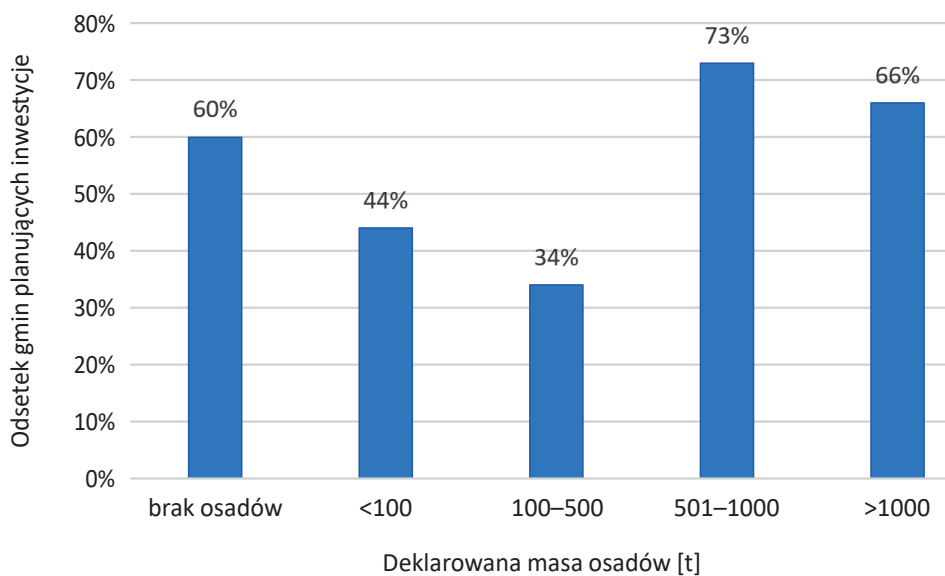
W grupie gmin największych, inwestycje deklaruje 66% badanych podmiotów (rys. 17).

Strukturę rozkładu liczby gmin deklarujących plany inwestycyjne w funkcji deklarowanej masy osadów w ujęciu względnym przedstawiono na rysunku 18.

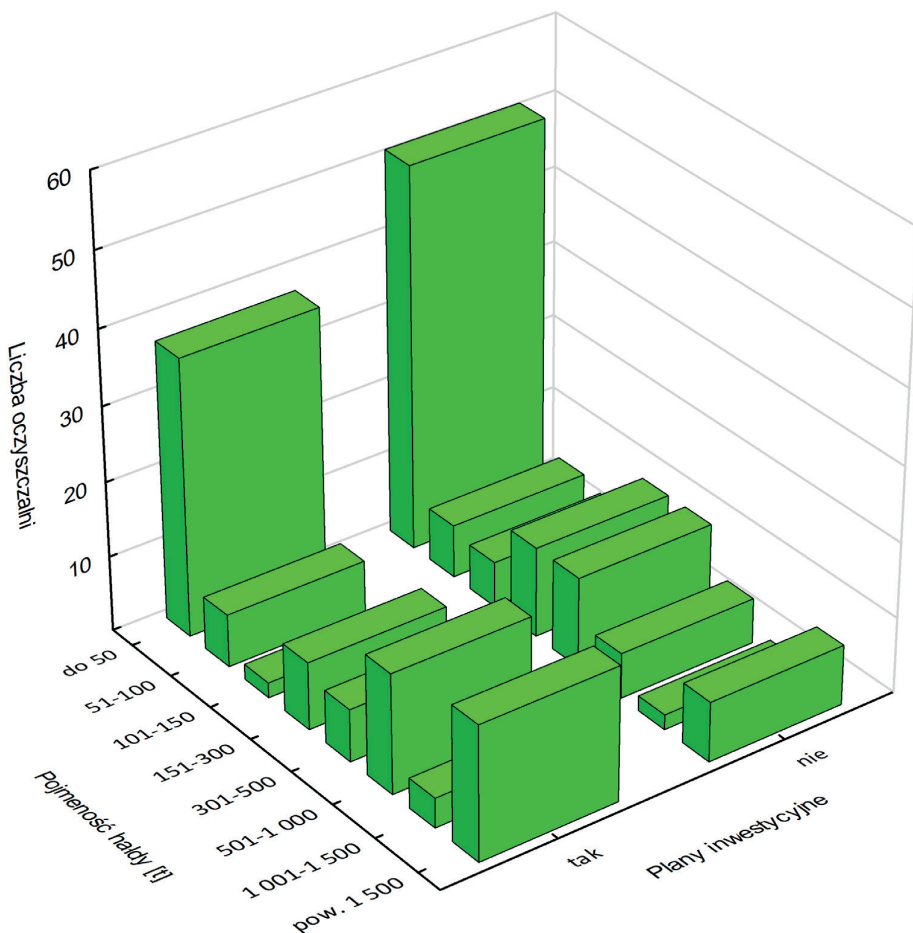
Wysoką skłonność do inwestycji w zagospodarowanie osadów przejawiają podmioty wykazujące rocznie ponad 1000 Mg osadów, 66% planuje inwestycje, ponadto kilka podmiotów informuje o zakończeniu modernizacji oczyszczalni. Wśród podmiotów deklarujących roczną ilość osadów poniżej 100 Mg 44% planuje inwestycje w modernizację istniejących lub budowę nowych oczyszczalni. W grupie



Rys. 17. Planowanie inwestycji w grupie podmiotów deklarujących ms > 1000 Mg



Rys. 18. Udział podmiotów deklarujących inwestycje w gospodarce osadami w zależności od ilości deklarowanej masy osadów



Rys. 19. Czy planowane są inwestycje w gospodarowanie osadami w zależności od deklarowanej wielkości składowisk

podmiotów deklarujących składowanie 501–1000 Mg 73% podmiotów deklaruje planowanie inwestycji i jest to najwyższy procent w badanej grupie podmiotów. W grupie podmiotów deklarujących $ms = 100\text{--}500$ Mg 34% podmiotów deklaruje planowanie inwestycji – to najniższy procent w badanej grupie podmiotów.

Szczegółowy rozkład pokazujący skłonność do inwestycji w zależności od wielkości hałd składowiskowych pokazano na rysunku 19.

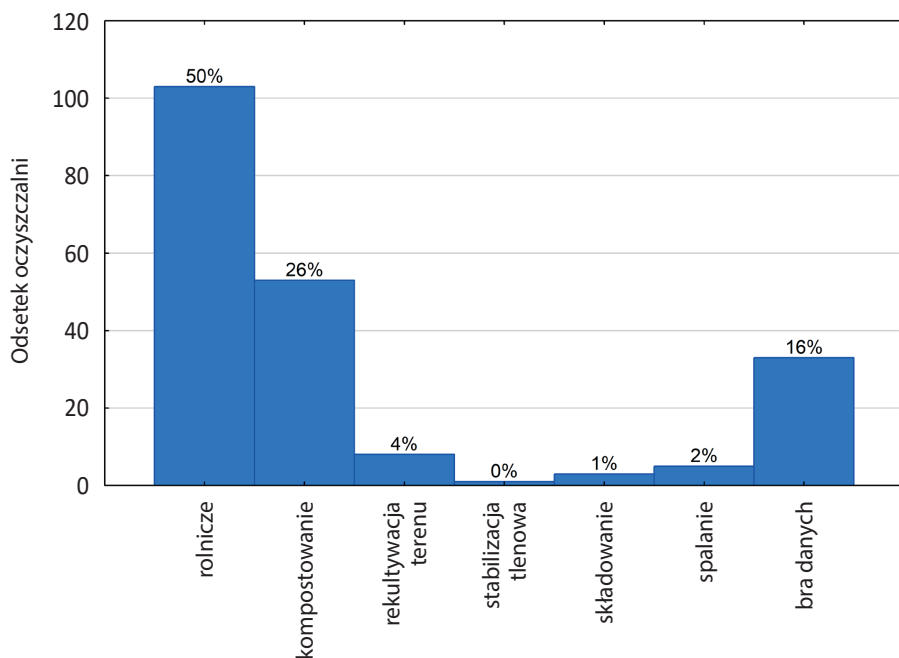
Porównanie wykresów na rysunkach 18. i 19. nasuwa wniosek, że o ile można twierdzić, że podmioty o dużych wielkościach hałd składowiskowych wykazują

większą potrzebę realizacji inwestycji, to przyjrząwszy się wartościom bezwzględ-
nym określającym liczby gmin w poszczególnych kategoriach (tu w wielkościach
hałd osadowych) wnioski nie będą już takie jednoznaczne. Wynika to z tego,
że jednak w większości przypadków oczyszczalnie posiadają małe albo wykazują
bardzo małe wielkości hałd osadowych i wśród nich skłonność do inwestycji jest
stosunkowo mała.

5.6. Identyfikacja deficytów w zakresie monitorowania sposobów utylizacji osadów po zbyciu

W rozdziale 4 *Uwarunkowania prawne gospodarki osadami ściekowymi* zapre-
zentowano uwarunkowania prawne, w oparciu o które jest realizowana w Polsce
gospodarka ściekami i osadami ściekowymi. Z przedstawionego tam zestawienia
wymogów prawnych wynika, że na podmiotach zajmujących się oczyszczaniem
ścieków komunalnych ciąży szereg obowiązków i ograniczeń dotyczących tego,
co można zrobić oraz co powinno się robić z pozostałymi po oczyszczeniu
ścieków osadami oraz odpadami. Wachlarz możliwości jest dosyć duży, jed-
nakże praktyka pokazuje (i potwierdziły to badania realizowane w ramach niniej-
szego raportu), że oczyszczalnie skupiają się na bardzo wąskiej gamie rozwiązań
w zakresie pozbywania się osadów powstających po oczyszczeniu ścieków.

Na rysunku 20 pokazano że w ponad 3/4 przypadków podstawowym przezna-
czeniem osadów jest wykorzystanie rolnicze bądź związane z innymi sposobami
wprowadzania pozostałości po ściekach do gleby. Taki sposób zagospodarowy-
wania osadów wydaje się racjonalny, pod warunkiem że zostają spełnione surowe
wymogi zawarte przepisach. Wymogi te dotyczą przede wszystkim dopuszczal-
nych zawartości substancji chemicznych oraz czynników organicznych i biolo-
gicznych, procedur towarzyszących przekazywaniu osadów odpowiednim pod-
miotom i procedur realizacji pozostałych czynności związanych z wprowadzaniem
osadów do środowiska. Ma to zabezpieczyć procesy wprowadzania pozostałości
po ściekach do środowiska w taki sposób, żeby do gleb lub wód nie trafiły sub-
stancje, które mogłyby spowodować zagrożenie biologiczne. Niestety konstrukcja
przepisów jest taka, że w wielu sytuacjach możliwe jest ich obejście zarówno
przez producentów osadów jak i odbiorców. Osobną kwestią jest to, że zarówno
wytwórcy, czyli oczyszczalnie, jak i odbiorcy osadów przeznaczonych na cele
rolnicze w bardzo dużej liczbie przypadków nie realizują odpowiednich procedur



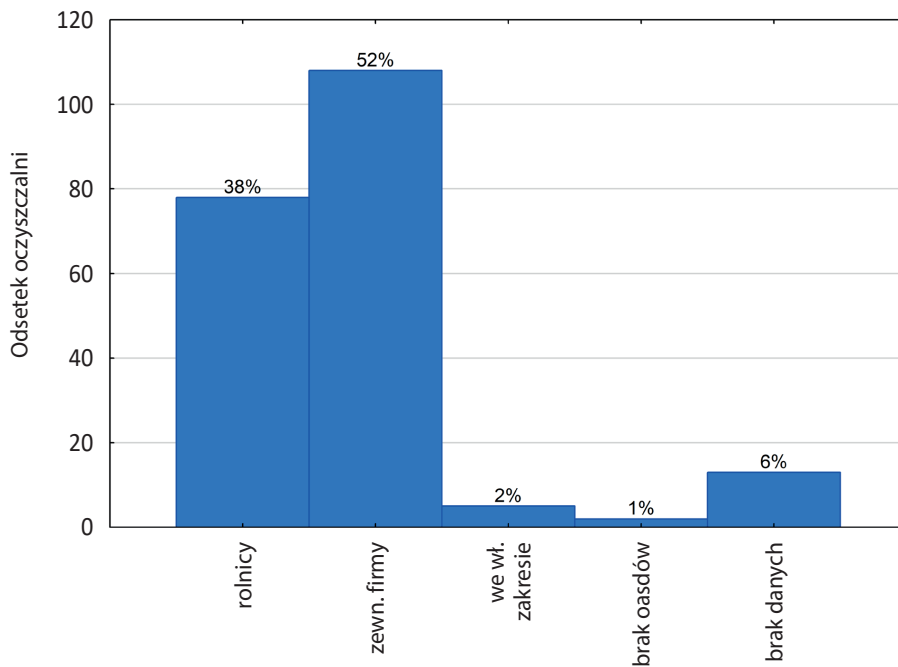
Rys. 20. Sposoby wykorzystania osadów – rodzaje

wymaganych prawem. Zatem wprowadzanie osadu do środowiska odbywa się z naruszeniem przepisów, lecz naruszenie to nie ma charakteru intencjonalnego, ale najczęściej wynika z nieświadomości co do skutków lub nieświadomości istnienia określonych wymogów prawnych.

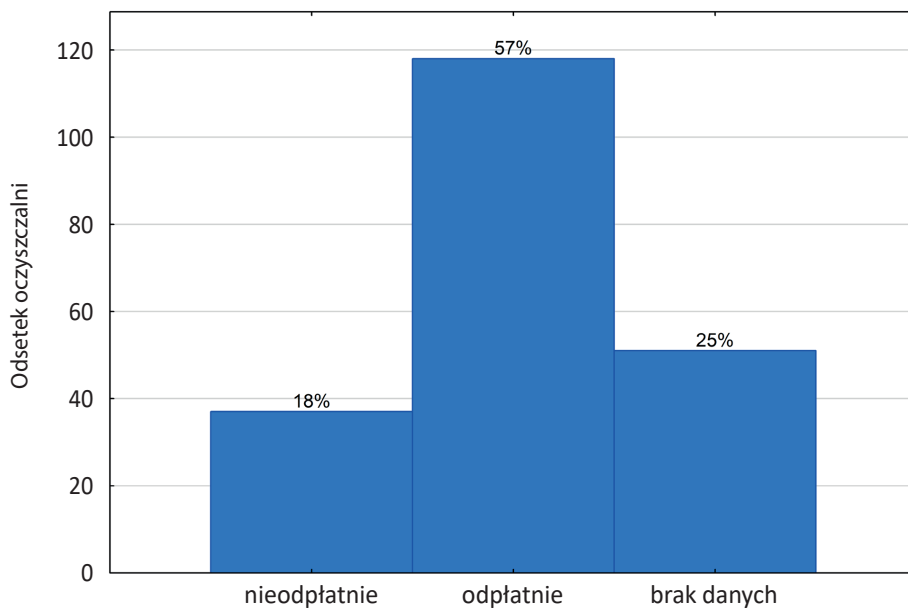
Odbiorcami osadów na cele rolnicze są rolnicy oraz przedsiębiorcy (rys. 21). Zarówno jedni jak i drudzy dość swobodnie podchodzą do kwestii monitorowania skutków wprowadzenia osadów do środowiska, co zostanie pokazane na następujących wykresach.

W przeważającej liczbie przypadków zbywanie osadów odbywa się w sposób odpłatny (rys. 22). Dotyczy to zarówno rolników jak i przedsiębiorstw, które przyjmują osady na cele bezpośrednio rolnicze lub inne.

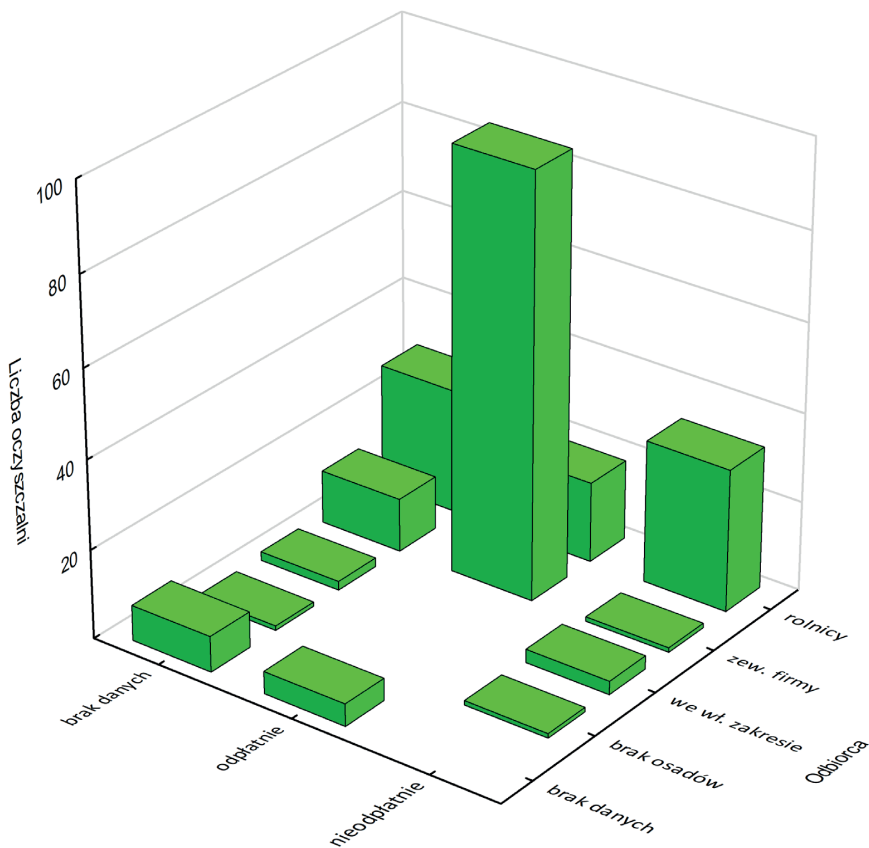
Jak pokazano na rysunku 23, najwięcej przejęć płatnych dotyczy przedsiębiorstw. Jest to oczywiste, ponieważ dla podmiotów gospodarczych przejęcie płatne stanowi źródło ich przychodu. Ciekawe natomiast jest to, że wśród rolników istnieje również spora grupa, która realizuje przejęcia osadów odpłatnie (Wisniewski *et al.*, 2024).



Rys. 21. Struktura odbiorców osadów

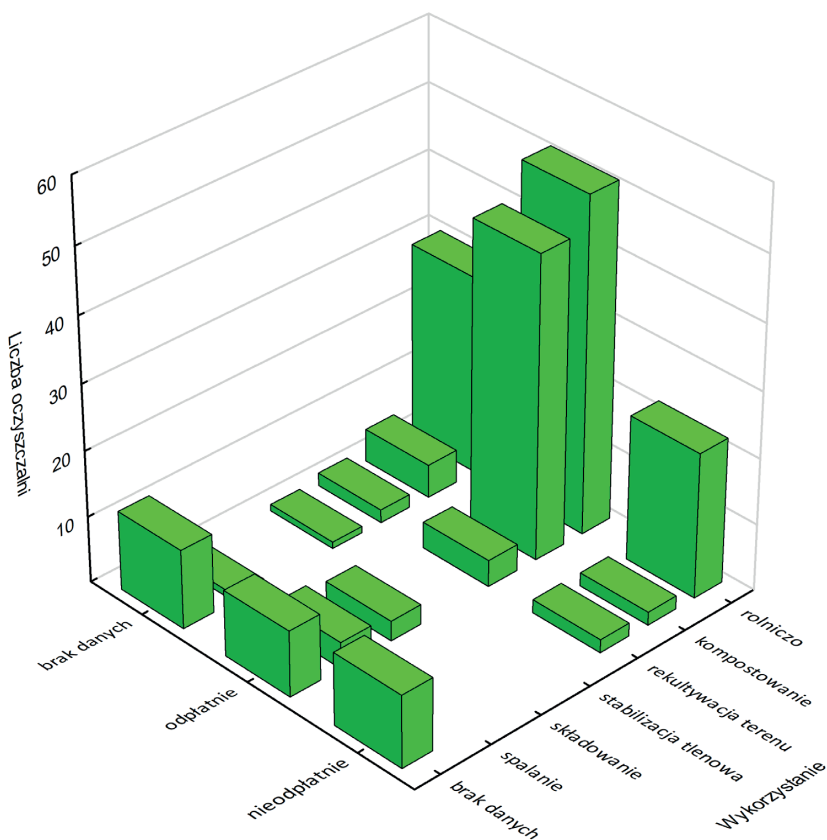


Rys. 22. Odsetek zbyć odpłatnych



Rys. 23. Odbiorcy i odpłatność za odbiór osadów (Wisniewski *et al.*, 2024)

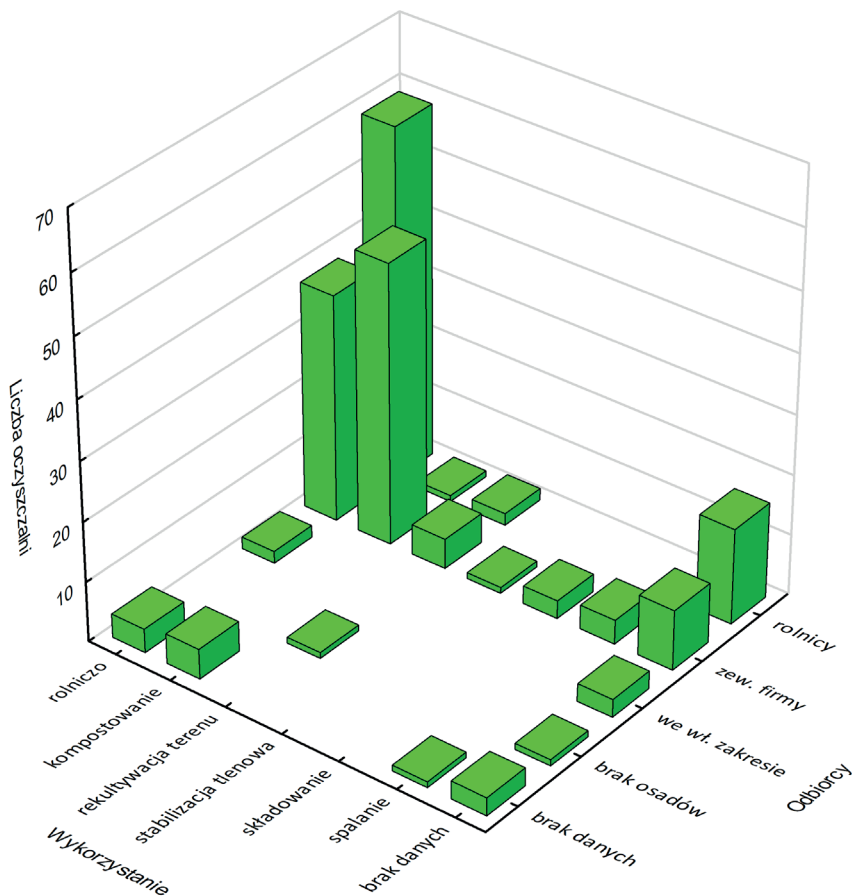
Jeśli przyjrzeć się wykresowi na rysunku 24 pokazującemu liczbę oczyszczalni, które przekazują odpłatnie lub nieodpłatnie osady w zależności od celu i wykorzystania, to można zauważyć, że najwięcej przekazanych odpłatnych odbywa się na cele kompostowania i do bezpośredniego wykorzystania dla użyczenia gleby. Nieodpłatne przekazywanie odbywa się głównie na cele rolnicze. Pozostałe cele takie jak rekultywacja terenu, stabilizacja tlenowa czy po prostu składowanie albo spalanie, w niewielkim tylko stopniu odbywają się w sposób nieodpłatny, a jeśli jest to realizowane jako pozarolnicze zbycie to oczywiście odbywa się w sposób niemal wyłącznie odpłatny. Dzieje się tak dlatego, że specjalistyczne działania, czyli spalanie, stabilizacja tlenowa i rekultywacja (o ile nie są realizowane bezpośrednio przez oczyszczalnię) to muszą być realizowane przez podmioty,



Rys. 24. Cele wykorzystania osadów i odpłatność za nie

które mają odpowiednią technologię oraz pozwolenia na przetwarzanie odpadów. Należy bowiem pamiętać, że pozostałe działania dotyczą osadów, które mają charakter odpadu. Dlatego ich przetworzenie odbywa się w wyspecjalizowanych podmiotach dla których stanowi to źródło przychodu.

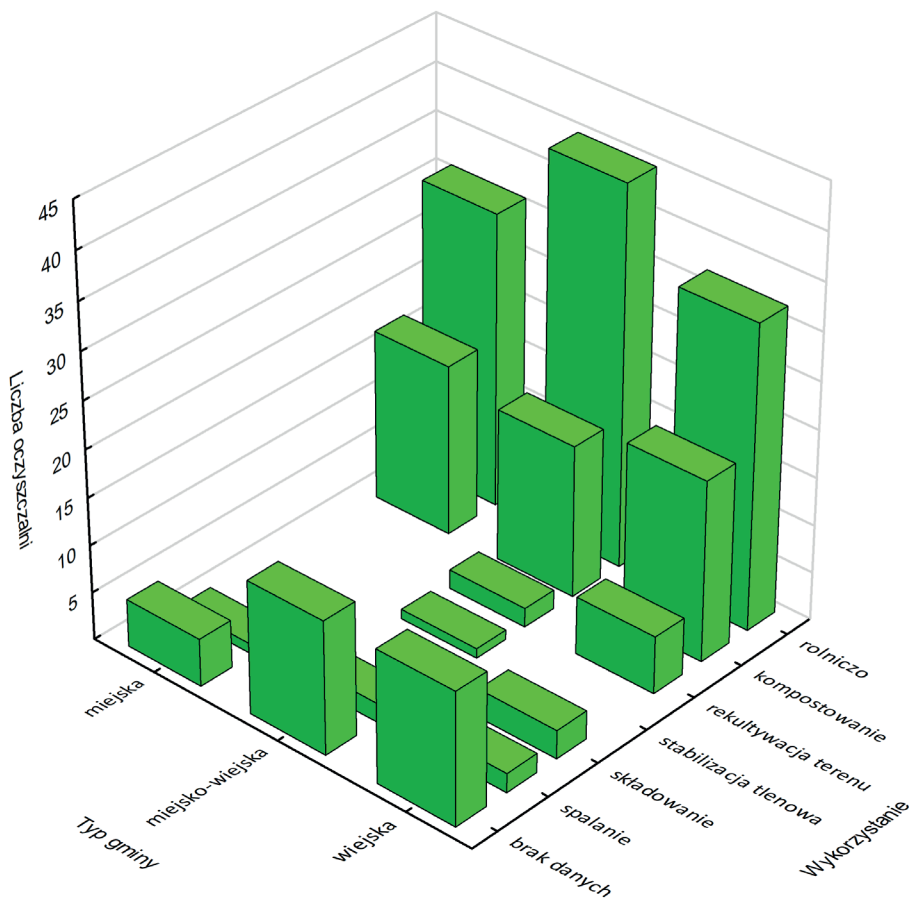
Powyższe wnioski potwierdza rysunek 25, na którym widać że główne sposoby przetwarzania i wykorzystania osadów realizowane są przez rolników bądź podmioty gospodarcze. W obu przypadkach dotyczy to wykorzystania na cele rolne bądź kompostowanie czyli pośrednio związane z przeznaczeniem jakim jest wprowadzenie osadów do gleby. Inne sposoby wykorzystania są domeną firm zewnętrznych natomiast w znikomym stopniu odbywa się to we własnym zakresie przez oczyszczalnie ścieków. Taki stan rzeczy znajduje swoje odzwierciedlenie



Rys. 25. Odbiorcy i sposób wykorzystania osadów

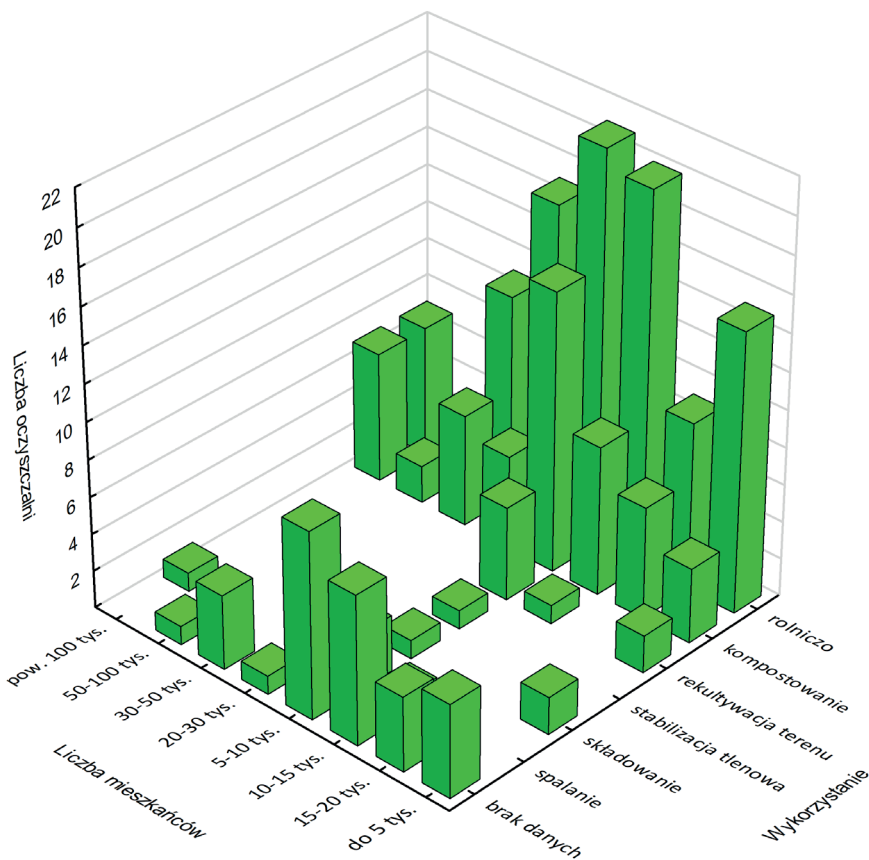
w planach inwestycyjnych oczyszczalni, które planują rozbudowę swoich instalacji o możliwości bardziej zaawansowanego przetwarzania osadów głównie na cele energetyczne (zob. rys. 9).

Sposób wykorzystania osadów w zależności od typu i wielkości gminy pokazano na rysunkach 26 i 27. Stosunkowo większe wykorzystanie na cele rolne jest w gminach wiejskich, miejsko-wiejskich niż miejskich co jest naturalne (Wisniewski *et al.*, 2024). Wielkość gminy jest skorelowana oczywiście z jej rodzajem, ale rysunek 27 daje bardziej szczegółowy obraz tego w jaki sposób częstotliwość przeznaczania osadów na poszczególne cele rozkłada się w gminach o różnej wielkości.



Rys. 26. Wykorzystanie osadów w zależności od typu gminy (Wisniewski *et al.*, 2024)

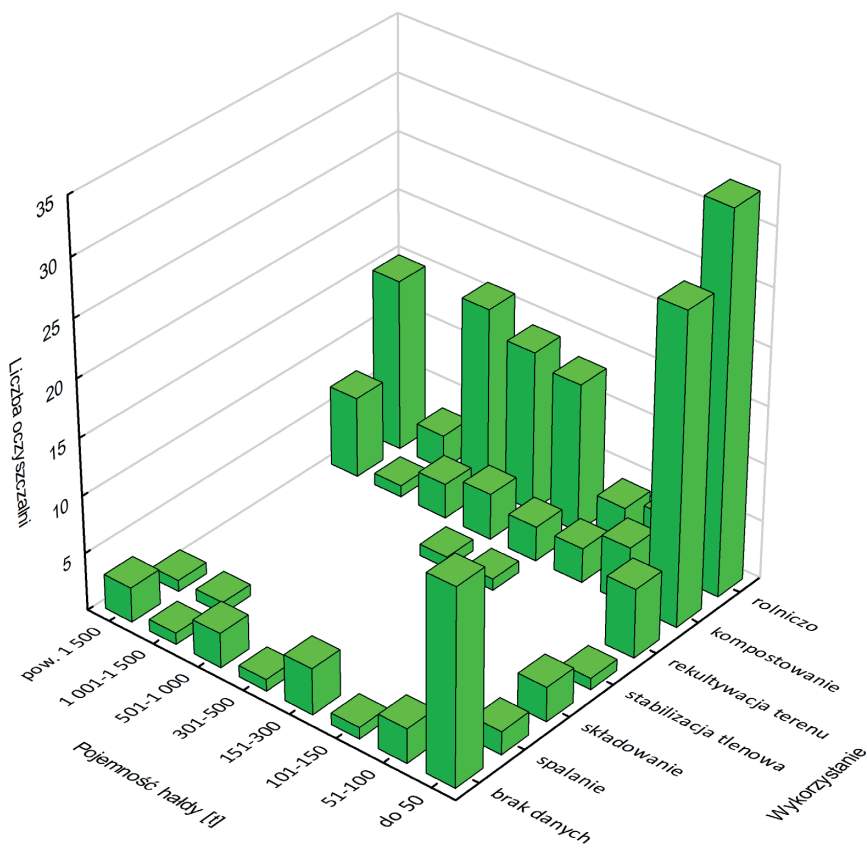
Ponieważ oczyszczalnie przeznaczają swoje osady na cele rolnicze, a wykazano wcześniej, że gminy wiejskie i miejsko-wiejskie posiadają hałdy małe lub średnie, to właśnie wśród nich widać zwiększoną tendencję do wykorzystywania osadów na cele rolnicze. Poza tym na rysunku 28 widać, że największe wykorzystanie na cele rolnicze i na kompostowanie przypada na te oczyszczalnie, które mają bardzo małe hałdy składowiskowe. Zależność ta wynika albo z tego, że intensywne wykorzystanie rolnicze jest skutkiem posiadania małych powierzchni składowiskowych, albo wręcz odwrotnie – czyli fakt dużego zainteresowania osadami na cele rolne powoduje brak konieczności składowania dużych ilości osadów na terenie oczyszczalni.



Rys. 27. Wykorzystanie osadów w zależności od wielkości gminy

Wyniki przeprowadzonych badań pokazują, że w bardzo dużej liczbie przypadków oczyszczalnie nie podejmowały należytej staranności w procesie przekazywania osadów i wprowadzania ich do środowiska. Cięży na nich obowiązek nadzorowania czyli kontrolowania tego gdzie, w jaki sposób i z jakim skutkiem odbywa się wprowadzanie substancji zawartych w osadach do środowiska. Inną kwestią jest to, że odbiorcy osadów często w ogóle nie podejmują jakichkolwiek działań w celu spełnienia wymogów prawnych w zakresie monitorowania skutków wprowadzenia osadów do środowiska.

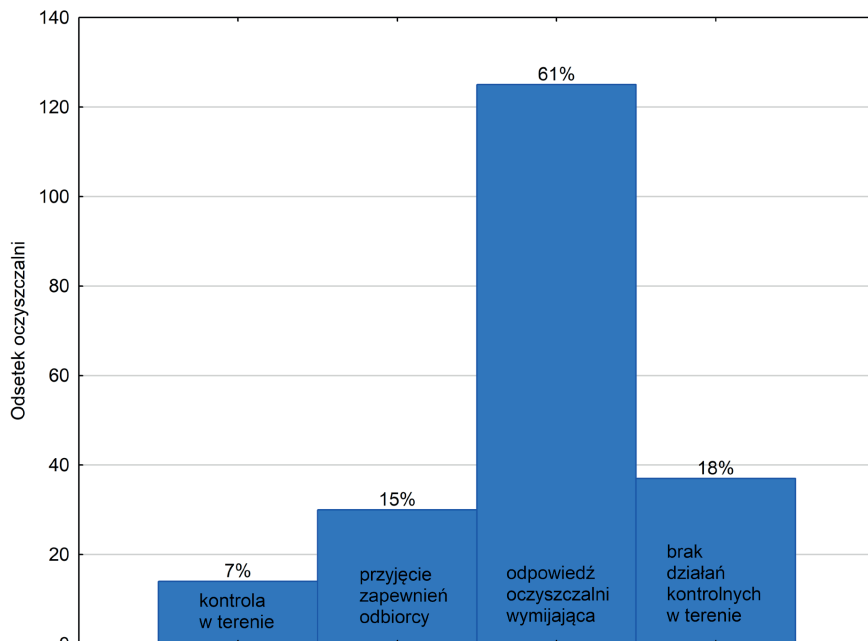
„Nie nadzorujemy co dzieje się z przekazanymi osadami, ponieważ odpowiedzialność za odpady po przekazaniu spoczywa na odbierającym” – takie stwierdzenie, które często pojawiało się wśród odpowiedzi udzielanych przez



Rys. 28. Wykorzystanie osadów w zależności od wielkości posiadanej hałdy składowiskowej

oczyszczalnie na pytania o sposób realizacji nadzoru nad osadami po zbyciu jest niezgodne z prawdą i niezgodne z prawem, zwłaszcza w sytuacji wykorzystania osadu na cele rolnicze. Odpowiedzialność spoczywa na wytwórcy osadu (**art. 96., ust. 3. ustawy o odpadach**), a nie na odbiorcy. Takie niezrozumienie i nieznamość prawa to bardzo częsta sytuacja.

Najbardziej zaskakujące wyniki badań uzyskano w zakresie realizowanych przez poszczególne oczyszczalnie działań monitorujących, dotyczących sposobów wykorzystania osadów na cele rolnicze. O skali negatywnych zjawisk w tym obszarze mówi bezpośrednio wykres na rysunku 29. Badanym podmiotom zadano pytanie o to jaki nadzór sprawują oczyszczalnie po tym, kiedy przeکاżą osady zewnętrznym podmiotom. Niezależnie od tego czy przekazanie odbywa się



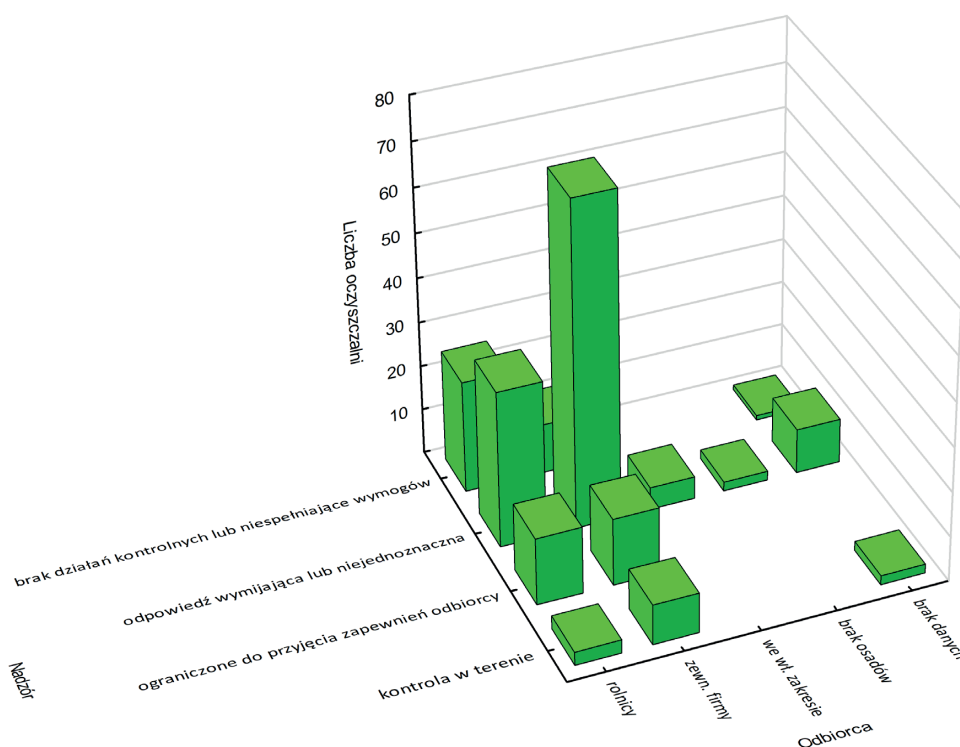
Rys. 29. Rodzaje nadzorów oczyszczalni nad osadem przekazanym podmiotom zewnętrznym

rolnikom, czy też wyspecjalizowanym firmom zajmującym się utylizacją osadów, większość odbiorów przez podmioty zewnętrzne odbywa się i tak na cele rolne. Dlatego należy uznać, że niezależnie od tego czy odbioru dokonują rolnicy, czy firmy to przeznaczeniem jest bezpośrednie wprowadzenie do gleby lub kompostowanie, a później wprowadzanie kompostu do wierzchnich warstw gleby.

Tylko 7% z wszystkich podmiotów które wzięły udział w badaniu deklaruje że realizuje kontrole w terenie. Kontrole dotyczą sposobu wykorzystania przekazanych osadów ściekowych na cele rolnicze. Jest to niezwykle zaskakujące zjawisko, ponieważ każdy z podmiotów przekazujących osady na cele rolnicze jest obowiązany zgodnie z przepisami prowadzić monitoring w terenie co do sposobu wykorzystania osadów. Z analizy wynika, że 15% oczyszczalni zadowolona się przyjęciem oświadczeń odbiorców, że ci dokonali wprowadzenia osadów do gleby zgodnie z obowiązującymi przepisami. Ponad 60% oczyszczalni albo nie chciało udzielić informacji, albo udzielone informacje były, mówiąc kolokwialnie, wymijające. Takie reakcje świadczyły o tym, że oczyszczalnie zdają sobie

sprawę z tego, że powinny prowadzić działania monitorujące, jednak nie mogą się wykazać dowodami na prowadzenie takowych. O tym, że działań kontrolnych nie podejmują, oświadcza wprost 18% podmiotów. Należy zauważyć, że rozkład ten dotyczy tylko tych oczyszczalni, które przekazują podmiotom zewnętrznym swoje osady ściekowe (Wisniewski *et al.*, 2024).

Kontrola w terenie jest wykonywana głównie, wtedy kiedy przekazanie następuje firmom zewnętrznym. Pokazano to na rysunku 30, jednakże dotyczy to tylko tych 7% kiedy kontrola w ogóle jest prowadzona. W przypadku przekazania osadów firmom zewnętrznym, największą liczbę odpowiedzi uzyskaliśmy jako odpowiedzi niejednoznaczne i wymijające. W zakresie kontroli po przekazaniu osadów rolnikom, najczęściej mamy do czynienia z nieudzieleniem odpowiedzi, w następnej kolejności, że takie kontrole nie są prowadzone, ewentualnie wystarczają

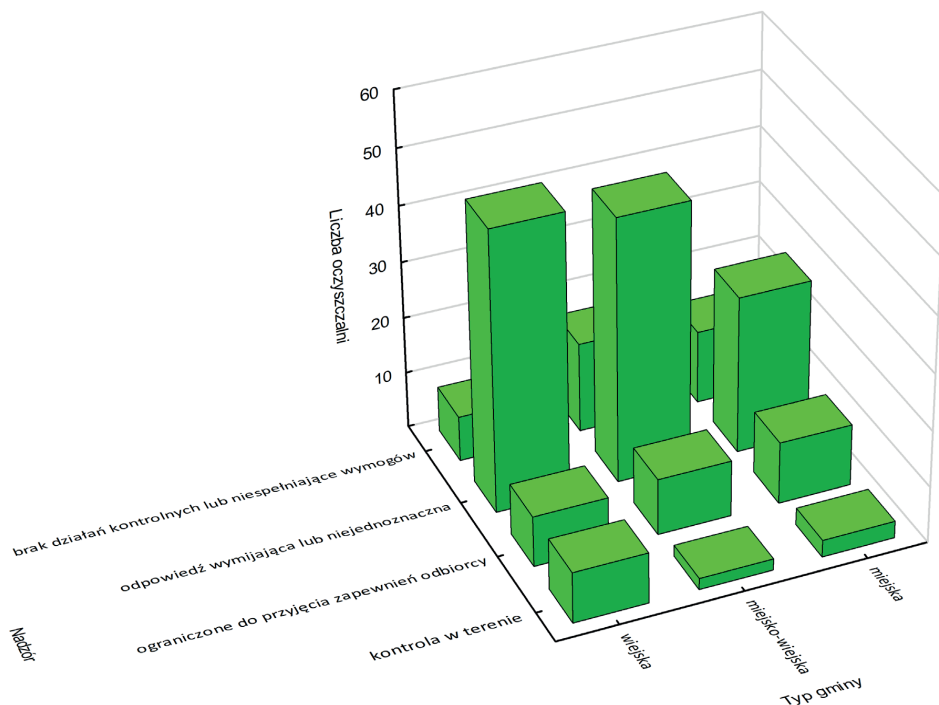


Rys. 30. Rodzaje działań kontrolnych w terenie prowadzonych przez oczyszczalnie po przekazaniu materiału osadowego podmiotom (Wisniewski *et al.*, 2024)

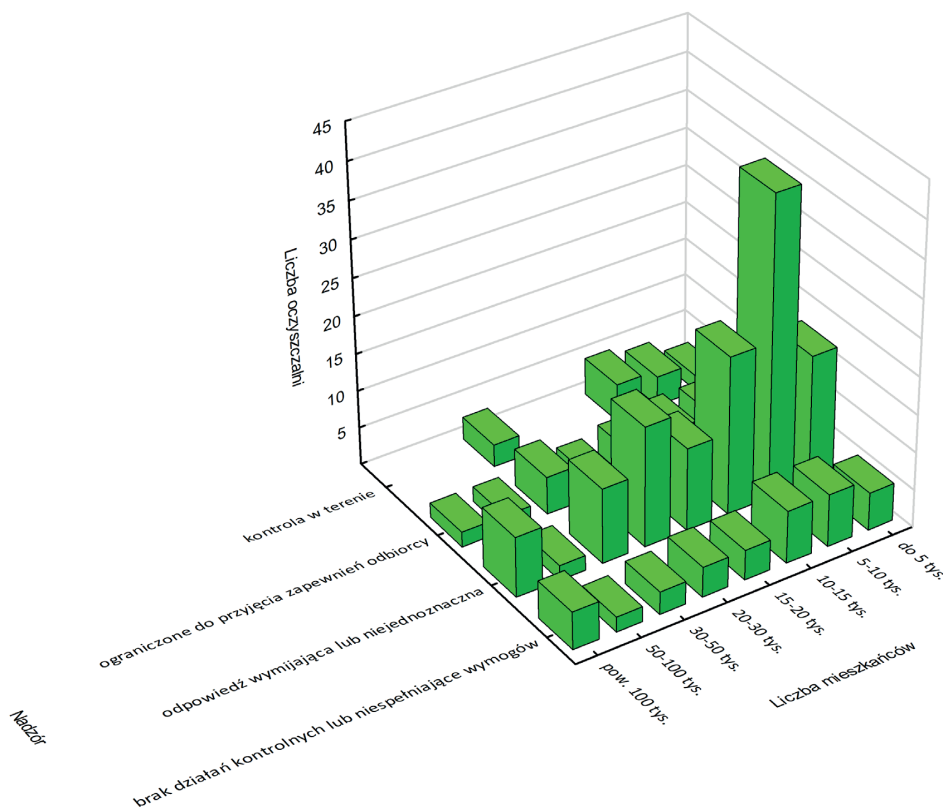
oczyszczalniom zapewnienia rolników, że wszystko odbyło się zgodnie z prawem, a jedynie w znikomym odsetku są prowadzone działania monitorujące w terenie.

W przypadku firm zewnętrznych sytuacja wygląda podobnie poza tym, że braku działań kontrolnych praktycznie nie wykazywano. Najczęstszą odpowiedzią jest odpowiedź wymijająca lub ograniczenie się do przyjęcia zapewnień odbiorcy.

Nie ma statystycznie istotnej różnicy między rodzajami gmin, jeśli chodzi o sposób podejścia do zagadnień kontroli po przekazaniu osadów (rys. 31.). W każdym z 3 typów gmin rozkład częstości poszczególnych rodzajów działań jest praktycznie taki sam, z jednym małym wyjątkiem – w przypadku gmin wiejskich kontrola w terenie występuje nieco częściej niż w miejskich i w miejsko-wiejskich, ale wynika to z tego, że w gminach wiejskich częściej przekazywane są osady właśnie na wykorzystanie do celów rolnych (Wisniewski *et al.*, 2024).



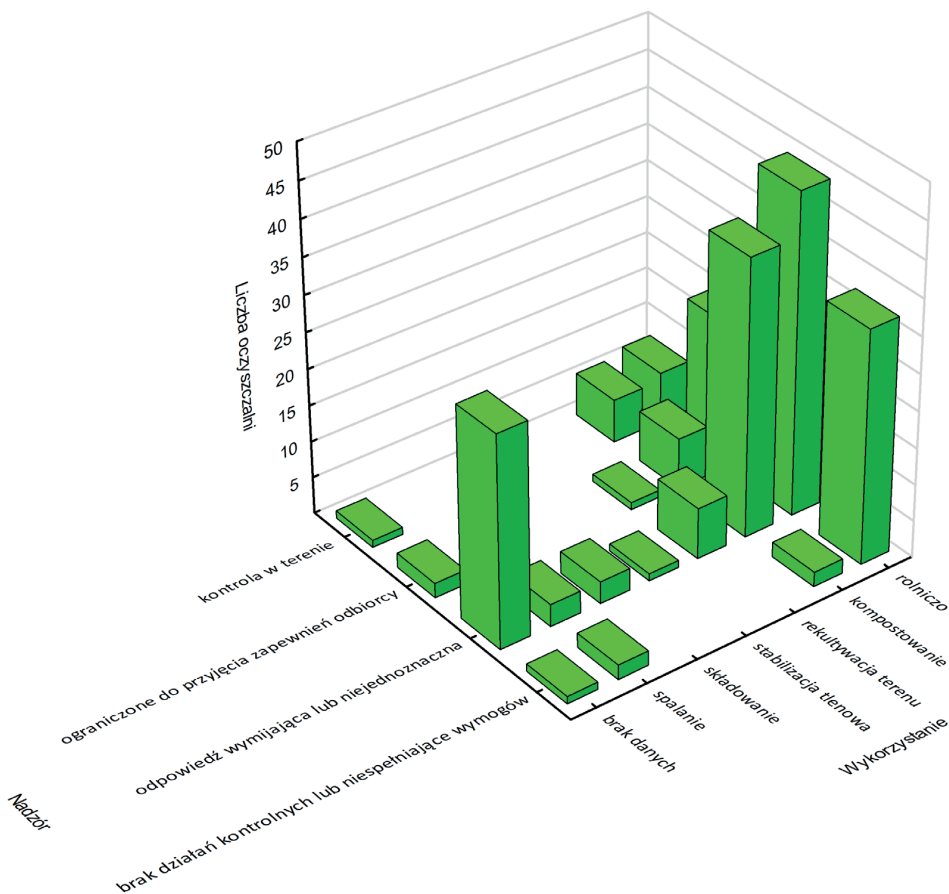
Rys. 31. Rodzaje działań kontrolnych w zależności od typu gminy (Wisniewski *et al.*, 2024)



Rys. 32. Rodzaje działań kontrolnych w terenie w zależności od wielkości aglomeracji (Wisniewski *et al.*, 2024)

Z rysunku 32 wynika, że wielkość aglomeracji ma istotny wpływ na rodzaj udzielonej odpowiedzi. Jeśli chodzi o kontrolę w terenie oraz ograniczenie się do przyjmowania zapewnień odbiorców, to wielkość gminy nie ma znaczenia, natomiast jeśli chodzi o unikanie odpowiedzi oraz udzielanie odpowiedzi wymijających, to najczęściej takich przypadków miało miejsce w przypadku gmin o wielkości od 10 do 30 tys. mieszkańców. Duże gminy rzadko udzielały takich odpowiedzi i wynika to z tego, że rzadziej przekazują na cele rolne swoje osady (Wisniewski *et al.*, 2024).

Ostateczne podsumowanie podejścia do wymogów prawnych w zakresie kontroli nad przekazanym osadem może stanowić rozkład na rysunku 33. Wynika z niego, że dwa sposoby wykorzystania, które wiążą się z wprowadzeniem



Rys. 33. Działania kontrolne w terenie w zależności od sposobu wykorzystania osadów

do środowiska osadów po oczyszczeniu ścieków czyli: na cele rolnicze oraz kompostowanie, stanowią największą liczbę przypadków zbycia osadów i niestety w tej grupie mamy do czynienia z sytuacją gdzie w przeważającej liczbie przekazanych oczyszczalni nie poczuwają się do obowiązku sprawowania należytej kontroli nad tym co dzieje się z osadami u odbiorców (Wisniewski *et al.*, 2024). W znikomiej liczbie przypadków realizowana jest nakazana prawem kontrola w terenie. Podobnie jest z pozyskiwaniem od odbiorców zapewnień o zastosowaniu właściwych metod wprowadzania osadów do środowiska. Natomiast w największej liczbie przypadków widzimy, że oczyszczalnie udzielają odpowiedzi niejednoznacznych, wymijających, bądź wprost mówią o tym, że takich działań nie prowadzą.

6. Perspektywa interesariuszy – znaczenie problemu, zagrożenia

Przeprowadzone podczas paneli eksperckich dyskusje oraz analizy wykazały niską świadomość strategicznej wagi problemu wśród mieszkańców, przedstawicieli samorządu terytorialnego, spółek dostarczających wodę odbiorcom, firm zajmujących się oczyszczaniem ścieków, przedsiębiorców działających na terenach zlewni. Podczas paneli eksperckich oraz wywiadów z przedstawicielami poszczególnych grup interesariuszy uzyskano obraz percepcji poruszanych w raporcie zjawisk. Przedstawiono je poniżej z podziałem na poszczególne grupy interesariuszy oraz na trzy kategorie percepcyjne: poziom wiedzy o problemie, przyjmowane postawy wobec omawianych zjawisk, refleksje i podejmowane działania.

6.1. Mieszkańcy

Mieszkańcy w zakresie dostępu do wiedzy o problemie:

- Wiedzą niewiele, bo nie mówi się o tym w mediach.
- Rzadko widzą kampanie społeczne na rzecz ochrony środowiska lub widząc ignorują przekaz ze względu na jego nieprofesjonalną formę.
- Czerpią wiedzę z raportów znanych głównie osobom związanym z tym tematem, czyli niewiele osób ma dostęp do rzetelnej wiedzy, pozostała część społeczeństwa nie otrzymuje wiedzy, lub ma z nią kontakt poprzez osoby bezpośrednio zainteresowane zjawiskiem.
- Doświadczają zauważalnych skutków zanieczyszczenia środowiska – obumieranie roślinności i ograniczenie bioróżnorodności.
- Widzą wykwyty roślinności na powierzchniach wód.
- Widzą katastrofy ekologiczne w rzekach.

Mieszkańcy w zakresie świadomości problemu wykazują następujące postawy:

- Nie wiedzą o istnieniu takiego problemu lub nie zdają sobie sprawy z konsekwencji istnienia zanieczyszczeń przemysłowych w ściekach.
- Nie są zainteresowani tymi zagadnieniami.
- Często uważają, że fakt zanieczyszczenia osadów ściekowych przez substancje niebezpieczne jest usprawiedliwiony ich migracją z materiałów, które są używane do budowy kanalizacji.
- Mają przekonanie, że na pewno ktoś (służby odpowiedzialne za egzekwowanie prawa, samorząd terytorialny, oczyszczalnia ścieków, dziennikarze, inni mieszkańcy) podejmuje już odpowiednie działania i problem jest skutecznie rozwiązywany.
- Jeśli nie uważają, że na pewno ktoś zajmuje się tym zagadnieniem, to chcą coś zrobić, ale nie wiedzą od czego zacząć.

Mieszkańcy wykazują się refleksjami oraz podejmują działania:

- Segregują odpady stałe oraz zmniejszają ilości odpadów usuwanych poprzez kanalizację, dzięki rosnącej świadomości społecznej.
- Zmniejszają zużycie wody i w konsekwencji ilość ścieków. Paradoksalnie wpływa to niekorzystnie dla procesów oczyszczania ścieków ponieważ zwiększa koncentrację zanieczyszczeń i stężeń. Wiele aglomeracji rejestruje zmniejszenie ilości ścieków bytowych na mieszkańca nawet o połowę w ciągu ostatnich 10 lat.
- Podejmują lokalne działania na rzecz ograniczenia zanieczyszczania środowiska w ogóle i segregowania odpadów w szczególności.
- Biorą aktywny udział w kampaniach na rzecz czystego świata.

6.2. Oczyszczalnie ścieków

Oczyszczalnie ścieków w zakresie dostępu do wiedzy o problemie:

- Rejestrują incydenty związane ze zbyt zanieczyszczonymi ściekami odprowadzanymi do oczyszczalni.
- Otrzymują coraz mniejsze ilości ścieków do przetworzenia ze zwiększonymi stężeniami zanieczyszczeń.
- Rejestrują zwiększone ilości substancji niebezpiecznych w okresach deszczowych oraz podczas dni wolnych od pracy.

- Doświadczają awarii i rejestrują wysokie koszty związane z uszkodzeniami w procesach technologicznych oczyszczania ścieków.
- Rejestrują pogorszenie jakości wód odprowadzanych do środowiska po oczyszczeniu.
- Rejestrują skargi mieszkańców dotyczące zanieczyszczenia środowiska.
- Rejestrują duże koszty związane z oczyszczaniem ścieków.
- Mają świadomość braku możliwości składowania osadów nienadających się do zbycia na cele rolne.

Oczyszczalnie ścieków w zakresie świadomości problemu wykazują następujące postawy:

- Mają świadomość skali problemu związanego z zanieczyszczeniem ścieków bytowych ściekami przemysłowymi.
- Twierdzą, że trudno jest odzyskiwać odpowiedniej jakości wodę z tak zanieczyszczonych ścieków.
- Wiedzą, że muszą podejmować działania w postaci usuwania skutków, natomiast nie mają zdolności do podejmowania działań korygujących oraz zapobiegawczych. Przyczyną tego jest to, że w wielu aglomeracjach dostawca wody do odbiorców (będący najczęściej odbiorcą ścieków) jest dostawcą ścieków do oczyszczalni, która jest osobnym podmiotem. Skutkiem tego jest to, że oczyszczalnia ścieków ma bardzo ograniczone możliwości działań w zakresie kontroli jakości ścieków bezpośrednio w miejscu ich wprowadzania do sytemu. Występuje tu oczywisty konflikt interesów.
- Mają świadomość rosnącego zagrożenia spowodowanego tym, że osady ściekowe są składowane, lecz nie ma możliwości ich bezpiecznej utylizacji.
- Mają świadomość tego, że osady formalnie nie wykazujące niebezpiecznych poziomów zanieczyszczeń są teoretycznie bezpieczne do zbycia na cele rolnicze, jednak **rzeczywisty** stan tych osadów w wielu przypadkach uniemożliwia ich bezpieczne dalsze wykorzystanie.
- Mają świadomość, że powinien być prowadzony bardziej szczegółowy nadzór nad tym co dzieje się z osadami po zbyciu na cele rolne (R3 lub R10), jednak w wielu przypadkach taki nadzór nie jest prowadzony – korzystniejsze jest klasyfikowanie osadów jako zdatnych do rekultywacji terenów na cele nie rolne, do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu oraz do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i produkcji pasz

i wówczas nie ma konieczności prowadzenia rygorystycznego nadzoru wg przepisów.

Oczyszczalnie ścieków wykazują się refleksjami oraz podejmują działania:

- Pozwolenie wodnoprawne nie jest potrzebne (wymagane dla substancji szczególnie szkodliwych), a jednak podejmują się oczyszczania ścieków przemysłowych (ze względu na ilości substancji niebezpiecznych).
- Ścieki bytowe trzeba wstępnie oczyszczać przed poddaniem ich normalnie stosowanym procesom filtracji i oczyszczania ze względu na zbyt wysokie stężenia substancji niebezpiecznych, które prowadzą do eradykacji biokultur wykorzystywanych w procesach technologicznych.
- Z tych samych względów pewne partie ścieków kieruje się (przed wprowadzeniem do instalacji oczyszczających) do rezerwarów i odstojników. Dzieje się tak w przypadku występowania silnych lub długotrwałych opadów atmosferycznych. Wówczas wiele oczyszczalni rejestruje wyjątkowo wysokie stężenia substancji niebezpiecznych, co jest spowodowane tym, że nieuczciwi przedsiębiorcy podczas intensywnych opadów dokonują zrzutów nagromadzonych przemysłowych odpadów ciekłych bezpośrednio do kolektorów ścieków bytowych. Ma to spowodować rozcieńczenie uniemożliwiające wykrycie sprawców. Oczyszczalnie albo wiedzą o tym procederze i zapobiegawczo buforują w takich przypadkach ścieki przed oczyszczaniem, albo orientują się za późno, gdy fala ze zwiększonymi zawartościami substancji niebezpiecznych dociera do instalacji. Najczęściej w przypadku dużych mas wód opadowych i tak nie ma możliwości zbuforowania całej napływającej masy i dochodzi do propagacji zanieczyszczeń do instalacji. Ze względu na rozcieńczenie często nie powoduje to istotnych szkód dla biokultur. Wody z rozcieńczonymi substancjami niebezpiecznymi w dużej masie są uwalniane do środowiska lub substancje są koncentrowane i składowane w osadzie ściekowym. Bezwzględna zawartość substancji niebezpiecznych w ujęciu dobowym w istotny sposób przekracza ilości typowe dla danej aglomeracji.

6.3. Operatorzy sieci kanalizacyjnej

Operatorzy sieci kanalizacyjnej w zakresie dostępu do wiedzy o problemie:

- Rejestrują uwagi dotyczące jakości wody zgłoszone przez mieszkańców.
- Mają wiedzę o skali problemu, która pochodzi od oczyszczalni ścieków.

- Pozyskują lub mogą pozyskiwać dane o stężeniach substancji bezpośrednio od dostawców ścieków poprzez pomiary ciągłe.

Operatorzy sieci kanalizacyjnej w zakresie świadomości problemu wykazują następujące postawy:

- W przypadku operatorów, którzy zajmują się również przyjmowaniem ścieków i oczyszczaniem, świadomość jest duża (zob. opis dla oczyszczalni ścieków w p. 6.2.). W przypadku operatorów niezwiązanych z oczyszczaniem ścieków świadomość problemu jest niska.
- Podnoszenie cen za odbiór ścieków, co prowadzi do zwiększania stężeń.
- W rzeczywistości zależy im na jak najmniejszej ilości ścieków w kanalizacji, a nie na ich jakości, która przekłada się na stopień oczyszczenia w oczyszczalni.

Operatorzy sieci kanalizacyjnej wykazują się refleksjami oraz podejmują działania:

- Gromadzą i odprowadzają ścieki.
- Odbierają od podmiotów i dostarczają do oczyszczalni ścieki nienadające się do oczyszczenia.
- Prowadzą nadzór nad urządzeniami kanalizacyjnymi.
- Usuwają awarie kanalizacyjne.
- Kontrolują jakość ścieków wprowadzanych do sieci kanalizacyjnej. Niestety w wielu aglomeracjach istnieją uwarunkowania prawne, na mocy których podmioty muszą być uprzedzane o zamierzonej kontroli osadników i innych elementów infrastruktury ściekowej z co najmniej 7 dniowym wyprzedzeniem. Taki proceder degeneruje istotę kontroli, której celem jest ujawnianie niezgodnych z prawem i groźnych działań.

6.4. Przedsiębiorcy korzystający z komunalnej sieci kanalizacyjnej

Przedsiębiorcy korzystający z komunalnej sieci kanalizacyjnej w zakresie dostępu do wiedzy o problemie:

- Ogólne koszty związane z odprowadzaniem ścieków są duże. W przypadku ścieków zawierających substancje niebezpieczne są nieporównywalnie większe.

- Mają świadomość, że oczyszczalnia ścieków ma problemy z gospodarką osadami.
- Znają problematykę z przekazów medialnych, lecz często nie wiążą problemu z własnym przedsiębiorstwem.

Przedsiębiorcy korzystający z komunalnej sieci kanalizacyjnej w zakresie świadomości problemu wykazują następujące postawy:

- Woda zanieczyszczana przez substancje niebezpieczne nie nadaje się do ponownego wykorzystania w ich procesach technologicznych, co powoduje straty.
- Pozwolenie wodnoprawne nie jest potrzebne przy pozbywaniu się ścieków nieskażonych (wymagane dla substancji szczególnie szkodliwych).
- Przy dokonywaniu zrzutów do sieci komunalnej jest potrzeba stosowania technologii wstępnego oczyszczania ścieków. Przy zrzutach nielegalnych, takiej potrzeby nie ma.

Przedsiębiorcy korzystający z komunalnej sieci kanalizacyjnej wykazują się refleksjami oraz podejmują działania:

- Mają ogólną świadomość zanieczyszczenia środowiska, w którym żyją. Często nie wiążą stanu tego środowiska z nielegalnymi działaniami przedsiębiorców w zakresie nielegalnej utylizacji ścieków poprzez sieć kanalizacji ścieków bytowych. Często nie mają świadomości tego, że istniejące prawo (art. 20 ust. 3 pkt 1 Ustawy o odpadach) nie zezwala na utylizację osadów ściekowych poza ich województwem (por. art. 20 ust. 5 Ustawy o odpadach).
- Niektórzy przedsiębiorcy decydują się usuwać nielegalnie ścieki.
- Działania nielegalne są atrakcyjne, bo to obniża koszty związane z usuwaniem silnie zanieczyszczonych ścieków, zaś ryzyko jest bardzo niskie ze względu na ograniczoną penalizację oraz istnienie w umowach między podmiotami gospodarczymi a jednostkami samorządu lub odpowiednimi spółkami samorządowymi, zapisów zabezpieczających przed kontrolami, mającymi ujawniać nielegalne zrzuty ścieków do sieci komunalnych.

Te sposoby postrzegania zjawiska przez różnych interesariuszy pokazują luki w dostępie do rzetelnej wiedzy o skali problemu oraz wiedzy o jego konsekwencjach (zwłaszcza długoterminowych), a także o sposobach eliminacji skutków i zapobiegania dalszej eskalacji terytorialnej oraz rodzajowej.

7. Wnioski dotyczące gospodarowania osadami i rekomendacje rozwiązań

7.1. Wnioski

Wydawać się może że istniejące przepisy dość precyzyjnie określają wszelkie możliwe warunki, ograniczenia i zalecenia dotyczące gospodarowania osadami w taki sposób, by odbywało się to bezpiecznie dla środowiska. Należy jednak zauważyć, że wyzwania, które stawia przed nami życie są znacznie bogatsze niż liczba możliwych przypadków ujętych w ograniczeniach prawnych.

Praktyka pokazuje, a badania (również te zrealizowane w ramach niniejszego raportu) potwierdzają, że mimo istnienia wymogów prawnych wytwórcy osadów nie realizują w sposób właściwy nadzoru nad tym co się dzieje z osadami po przekazaniu ich odbiorcom. Należy pamiętać, że obowiązek monitorowania dotyczy nie tylko tego w jaki sposób i w jakim miejscu są wprowadzane osady do środowiska, ale również tego jaki jest ich stan przed przekazaniem, czyli czy nie zawierają one substancji, które do środowiska nie powinny być wprowadzane. Dotyczy to na przykład wysokiej zawartości metali ciężkich.

Podczas paneli eksperckich i spotkań z pracownikami oczyszczalni, które się w ramach nich odbyły, uzyskano informacje o tym, że oczyszczalnie ścieków borykają się z olbrzymimi problemami, które polegają na tym, że na terenie zlewni ścieków komunalnych w miastach i mniejszych gminach znajdują się przedsiębiorstwa, które dokonują zrzutów ścieków przemysłowych nie poddanych wcześniejszemu obowiązkowemu oczyszczeniu do kolektorów komunalnych. Oczyszczalnie ścieków w wielu przypadkach nie mogą sobie poradzić z tak skażonymi ściekami komunalnymi i dokonują rozcieńczenia po to, żeby nie zniszczyć substancji biologicznej w instalacjach technologicznych. Na etapie zagęszczania i osuszania osadu następuje ponowna koncentracja substancji niebezpiecznych i w takiej formie osady trafiają na składowisko.

Zdarza się, że stamtąd są zbywane podmiotom zewnętrznym. Zgodnie z prawem osady, które mają przekroczone dopuszczalne zawartości metali ciężkich nie mogą być wykorzystywane na cele rolnicze i inne niż rolnicze, ale związane z uprawą roślin cele.

Jednocześnie oczyszczalnie deklarują, że nie sprawują nadzoru nie tylko nad osadami zbywanymi na cele rolne, ale tym bardziej takimi, które są przekazywane podmiotom zewnętrznym jako odpad. Nie ma więc pewności co do tego jaki jest dalszy los osadów i co się z nimi dzieje zwłaszcza, jeżeli dotyczy to osadów przeznaczonych na cele kompostowania.

Przeprowadzenie wizji w terenie gdzie wykorzystuje się rolniczo osady nie jest wypełnieniem wymogów prawa w zakresie kontroli i nadzoru wykorzystania. Zwłaszcza, że nie jest w ten sposób realizowany obowiązek badania stężeń w glebie.

Istnieje duże ryzyko, że kompost uzyskiwany z osadów, które zawierają duże ilości metali ciężkich jest używany do użyźniania gleby również na cele rolne.

Należy podkreślić, że istniejące rozporządzenia, które określają szczegółowo parametry dopuszczalne w procesach utylizacji osadów, wymieniają bardzo wysokie stężenia metali ciężkich jako wartości dopuszczalne. Zwłaszcza niepokojące jest to, że dopuszczalne stężenia metali ciężkich dla wykorzystania osadów do celów rolniczych i pozarolniczych niewiele się od siebie różnią (por. tabelę 3 na s. 19. z tabelą 2).

Podczas paneli eksperckich i spotkań z przedstawicielami oczyszczalni ścieków wskazano na inne niepokojące zjawisko, które powoduje, że w ściekach komunalnych znajduje się i będzie w przyszłości znajdowała się ciągle duża ilość metali ciężkich trudnych do separowania. Oczywiście jest, że najlepiej byłoby nie dopuszczać do powstawania takich zagrożeń, jednakże w wielu gminach w Polsce istnieją regulacje prawne o charakterze lokalnym, które są wyjątkowo niebezpieczne. Chodzi o stosowane zapisy w umowach zawieranych przez przedsiębiorców otwierających swoje siedziby na terenie gmin. Często ma to miejsce w tak zwanych specjalnych strefach ekonomicznych. W umowach znajdują się często klauzule o zobowiązaniu zapowiadania kontroli separatorów, odstojników i innych urządzeń, które służą do oczyszczania ścieków przemysłowych przed wprowadzeniem ich do instalacji komunalnej, z wyprzedzeniem jedno lub dwutygodniowym. Prowadzi to do patologicznych sytuacji, które polegają na tym, że żadne kontrole na terenie takich gmin nigdy nie wykazują jakichkolwiek

uchybień w zakresie oczyszczania ścieków przemysłowych przed wprowadzeniem do kolektorów komunalnych. W tych samych gminach zawartości metali ciężkich w hałdach wykazują ogromne stężenia (są to informacje uzyskane od pracowników oraz byłych pracowników oczyszczalni).

Inne niekorzystne zjawisko polega na tym, że w wielu miejscach firmy zajmujące się odbiorem ścieków komunalnych od mieszkańców i oczyszczalnie to odrębne podmioty. Jeśli oczyszczalnia ścieków nie może bezpośrednio nadzorować miejsc poboru ścieków od klientów, to możliwość kontroli i oddziaływania jest iluzoryczna. Racjonalne rozwiązanie polega na tym, aby podmiot zajmujący się oczyszczaniem ścieków był właścicielem instalacji do odbioru ścieków i mógł bezpośrednio nadzorować proces wprowadzania ścieków do kolektorów. Na dodatek często oba podmioty są spółkami komunalnymi, więc możliwość fuzji jest naturalna. Idąc dalej – można wtedy zainstalować odpowiednie urządzenia monitorujące i w sposób ciągły kontrolować jakość wprowadzanych przez przedsiębiorstwa ścieków.

Dużym problemem jest również wielka nieświadomość społeczeństwa na temat istniejących zagrożeń oraz narastającej skali niekorzystnych zjawisk. Uczestniczący w panelach dziennikarze oraz przedstawiciele społeczności lokalnych zwracali uwagę na to, że nie ma świadomości w społeczeństwie na temat istnienia tego typu zagrożeń.

Podczas badań okazało się, że wiele oczyszczalni planuje realizację inwestycji, dzięki którym będzie mogło zintensyfikować prace nad lepszym przygotowaniem formy osadów dla celów rolnych. Ma się to odbywać poprzez higienizację, deodoryzację, granulację i inne procesy które sprawią, że produkt będzie jeszcze atrakcyjniejszy dla rolników. Kluczowe zatem wydaje się zapewnienie odpowiednich przepisów oraz egzekwowanie ich przez właściwe służby w zakresie nadzoru nad procesem zbycia i wykorzystania osadów i produktów z nich wytworzonych, bo dotyczy to również granulatów oraz kompostu na cele rolnicze.

Podsumowując wyniki analiza można podać następujące ustalenia (Wisniewski *et al.*, 2024):

- 1) Wykazano niską świadomość strategicznego znaczenia problemu wśród zarządzających oczyszczalniami. Brakuje „równoważonej gospodarki ściekowej” wśród przedstawicieli samorządów, firm dostarczających wodę do odbiorców, firm zajmujących się oczyszczaniem ścieków, a także przedsiębiorców działających na terenie zlewni.

- 2) Z przeprowadzonych badań wynika, że podmioty odpowiedzialne za prawidłowe gospodarowanie osadami ściekowymi nie dysponują precyzyjną wiedzą na temat ilości osadów ściekowych deponowanych na swoim terenie. Obserwowane rozproszenie danych dotyczących ilości osadów przypadających na mieszkańca wskazuje na zróżnicowany stopień wiarygodności danych przekazywanych przez gminy. Ilość osadów ściekowych deklarowana przez gminy powinna być wynikiem systematycznych (miesięcznych) pomiarów, a nie szacunkowej analizy.
- 3) Z badań wynika, że 57% oczyszczalni utylizuje osady odpłatnie, a 18% czyni to bezpłatnie. W przypadku 25% oczyszczalni takich danych brakuje. Co istotne, w przypadku 25% oczyszczalni brakuje danych, co uwydatnia znaczną lukę w wiedzy na temat dalszego losu osadów w jednej czwartej tych obiektów.
- 4) Badania pokazują, że tylko 7% oczyszczalni kontroluje w terenie deklarowane przez odbiorców metody gospodarowania osadami, 18% jednoznacznie przyznaje, że nie przeprowadza takich kontroli, 61% oczyszczalni udzieliło odpowiedzi wymijającej, a 15% akceptuje zapewnienia odbiorców jako wiarygodne. Biorąc pod uwagę, że 76% masy osadów, według badań, jest przekazywane na cele rolnicze, istnieje obawa o tak dużą niedbałość w zakresie obowiązków nadzorczych.
- 5) Niepokojące wnioski wynikają z analizy planów inwestycyjnych analizowanych oczyszczalni. Tylko dwie trzecie gmin miejskich (65%) planuje jakiegokolwiek inwestycje; w gminach miejsko-wiejskich odsetek ten wynosi 37%, a w gminach wiejskich 45%. W nielicznych przypadkach planowane inwestycje mają charakter kompleksowy i nowoczesny; w innych przypadkach są to plany modernizacyjne i zakupy poszczególnych urządzeń. Analizując badania ankietowe, można odnieść wrażenie, że w wielu przypadkach podawane dane są przypadkowe, wynikające z potrzeby dostarczenia czegokolwiek: „*dobrze jest pokazać, że jesteśmy eko*”.
- 6) Badania wskazują na potrzebę systematycznego szkolenia kadr odpowiedzialnych za gospodarkę osadami ściekowymi. Dotyczy to administracji samorządowej, oczyszczalni ścieków oraz firm logistycznych zajmujących się odbiorem ścieków z miejsc ich powstawania. Szkolenia powinny koncentrować się przede wszystkim na obowiązkach prawnych i odpowiedzialności za ich nieprzestrzeganie.

- 7) Konieczne jest wprowadzenie wymogu posiadania urządzeń do ciągłego monitorowania jakości ścieków odprowadzanych od źródła ich powstania bezpośrednio do oczyszczalni. Dzięki temu oczyszczalnia ścieków mogłaby na bieżąco monitorować online, co przedsiębiorca wprowadza do sieci kanalizacyjnej. Firmy pośredniczące w przesyłaniu ścieków powinny posiadać system ewidencji umożliwiający identyfikację źródła, jeśli kontrola przeprowadzona na oczyszczalni stwierdzi przekroczenie obowiązujących norm.
- 8) Konieczne jest wprowadzenie obowiązku systematycznej kontroli sposobu odprowadzania ścieków w przedsiębiorstwach – bez uprzedzenia. Gwarancja kontroli powinna zostać usunięta z umów. Każda oczyszczalnia ścieków powinna być obowiązkowo i bez uprzedzenia kontrolowana co najmniej dwa razy w roku pod kątem zgodności gospodarki osadowej z obowiązującymi przepisami prawa oraz rzetelności raportów. Próbkę osadów powinny być przechowywane do kontroli przez 1 rok od daty pobrania. Osoby odpowiedzialne powinny ponosić odpowiedzialność karną za stwierdzone naruszenia.
- 9) Częstotliwość kontroli referencyjnych ścieków powinna być zgodna z ustaleniami wynikającymi z art. 86 ust. 3 pkt 2 ustawy Prawo wodne (Dz.U. z 2017 r.).
- 10) Raportowanie danych o ilości i składzie chemicznym osadów powinno być obowiązkowe w przypadku bieżącego odbioru osadów z terenu oczyszczalni. W toku badań okazało się, że gminy różnej wielkości, najczęściej duże, w ogóle nie przekazywały danych. Gminy posiadające więcej niż jedną oczyszczalnię ścieków powinny być zobowiązane do prowadzenia zbiorczej ewidencji gospodarki osadami.
- 11) Proponuje się wprowadzenie obowiązku monitorowania przestrzegania warunków zawartych w pozwoleniach wodnoprawnych, w tym pilne przygotowanie przepisów wykonawczych w tym zakresie.
- 12) Sugeruje się konieczność nowelizacji ustawy o odprowadzaniu ścieków bytowo-gospodarczych, w której podstawą naliczania opłat powinny być ładunki azotu i fosforu w odprowadzanych ściekach. Powinien istnieć system kontroli częstotliwości opróżniania bezodpływowych zbiorników magazynowych na nieczystości płynne oraz przydomowych oczyszczalni ścieków (dokumentowanie sposobu pozbywania się nieczystości).

- 13) Zasadne jest wprowadzenie prawnego zakazu przekazywania rolnikom osadów ściekowych, w których przekroczono dopuszczalne poziomy zanieczyszczeń nieorganicznych.
- 14) Konieczne jest zorganizowanie kampanii społecznych na temat osadów ściekowych i hałd osadowych, ich toksyczności oraz problemu utylizacji, a także udostępnienie opinii publicznej danych o wynikach badań i kontroli. Naruszenia norm wynikających z obowiązujących przepisów powinny być nagłaśniane i piętnowane społecznie.

7.2. Rekomendacje ogólne

W oparciu o przeprowadzone badania oraz zrealizowane panele eksperckie, można sformułować wnioski i rekomendacje dotyczące możliwych do zastosowania usprawnień w obszarze gospodarki osadami ze ścieków komunalnych. Poniższe wnioski są efektem analiz przeprowadzonych na zgromadzonym materiale badawczym oraz antycypacji niekorzystnych trendów w tym obszarze, gdyby obecne tendencje, dotyczące niefrasobliwości w zakresie gospodarki osadami, utrzymały się.

- 1) Wprowadzenie nakazu posiadania przez przedsiębiorców urządzeń do stałego monitoringu ścieków, udostępniających dane bezpośrednio do oczyszczalni. Dzięki temu oczyszczalnia ścieków miałaby możliwość stałej obserwacji online tego, co wprowadza do sieci kanalizacyjnej przedsiębiorca.
- 2) Prowadzenie kontroli sposobu utylizacji ścieków w przedsiębiorstwach bez uprzednich zapowiedzi – likwidacja w umowach gwarancji uprzedzania o kontrolach. Wprowadzenie ustawowego zapisu o zakazie uprzedzania o kontrolach mających weryfikować zgodność postępowań z przepisami.
- 3) Delegowanie przez instytucje ustawowo uprawnione do przeprowadzania kontroli w przedsiębiorstwach zgód na realizację takich kontroli przez zakłady oczyszczania ścieków.
- 4) Przeznaczenie środków pochodzących z kar, które zostały nałożone na firmy za nieprzestrzeganie przepisów, na modernizację oczyszczalni, które te firmy obsługują.
- 5) Wprowadzenie konieczności kontrolowania przestrzegania warunków zawartych w pozwoleniach wodnoprawnych.

- 6) Zmiany prawa w zakresie odprowadzania ścieków bytowych, gdzie podstawą naliczania opłat powinny być ładunki azotu i fosforu w odprowadzanych ściekach.
- 7) Stworzenie systemu kontroli częstotliwości opróżniania zbiorników bezodpływowych na nieczystości ciekłe oraz przydomowych oczyszczalni ścieków (dokumentacja sposobu pozbywania się odpadów).
- 8) Nakaz dokumentowania wydatków za usługi czyszczenia filtrów, osadników i innych urządzeń wstępnego oczyszczania przez przedsiębiorców.
- 9) Prawny zakaz wydawania rolnikom osadów ściekowych.
- 10) Podwyższenie kar za odprowadzanie nadmiernie zanieczyszczonych ścieków do miejskiej sieci kanalizacyjnej poprzez ich uzależnienie od przychodów przedsiębiorców.
- 11) Nagłaśnianie przez dziennikarzy istniejącego problemu i przedstawianie w mediach możliwych konsekwencji dalszych zaniedbań.
- 12) Organizowanie kampanii społecznych na temat zalegających hałd osadów, ich toksyczności i problemu utylizacji.
- 13) Udostępnianie danych o wynikach badań oraz przeprowadzonych kontroli do wiadomości publicznej.
- 14) Nagłaśnianie incydentów polegających na naruszaniu standardów dotyczących produkowania ścieków przez przedsiębiorców oraz wyników kontroli sposobów utylizacji i zagospodarowywania ścieków.

7.3. Rekomendacje w zakresie sposobu ewidencji osadów

Analizując dane przedstawione przez gminy można zauważyć różne „podejścia” i różne kultury zarządzania osadami. Wydaje się, że problem ten, szczególnie w zakresie rzetelności informacji o składowanych osadach, nie jest dla gmin problemem istotnym. Ważniejsze rekomendacje dla gmin i oczyszczalni, wynikające z analizowanych danych, są następujące.

- 1) Ilość osadów ściekowych, deklarowana przez gminy, powinna być wynikiem systematycznych (co miesiąc) pomiarów, a nie szacunkowej analizy. Obserwowany rozrzut danych dotyczących ilości osadów na 1 mieszkańca świadczy o różnym stopniu rzetelności danych podawanych przez gminy.
- 2) Co 3 miesiące (odpowiednio: zimą, wiosną, latem, jesienią) osady ściekowe, w każdej oczyszczalni, powinny być poddawane analizie chemicznej. Przyjęta

do analizy sezonowość jest istotna ze względu na prawdopodobne zróżnicowanie ilości i składu osadów w różnych porach roku.

- 3) Pobierane komisyjnie próbki osadów, poddawane przynajmniej raz na kwartał analizie chemicznej dla celów sprawozdawczych, powinny być przechowywane do kontroli przez 1 rok od daty pobrania.
- 4) Raportowanie danych dotyczących ilości i składu chemicznego osadów powinno być obligatoryjne, także w przypadku bieżącego odbioru osadów z terenu oczyszczalni. Podczas badań okazało się, że gminy różnej wielkości, ale najczęściej duże, nie podawały w ogóle danych.
- 5) Raporty roczne, z podziałem na dane kwartalne, powinny być obligatoryjnie dostarczane przez gminy do Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie oraz Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska do 31 stycznia następnego roku.
- 6) Każda oczyszczalnia ścieków powinna być obligatoryjnie i bez wcześniejszej zapowiedzi kontrolowana przynajmniej 2 razy w roku w zakresie zgodności prowadzonej gospodarki osadami z obowiązującymi przepisami prawa oraz co do rzetelności sporządzanych raportów. Za stwierdzone uchybienia osoby odpowiedzialne powinny ponosić odpowiedzialność karną.
- 7) Gminy, w których funkcjonuje więcej niż jedna oczyszczalnia ścieków, należy zobowiązać do prowadzenia ewidencji zbiorczej w zakresie gospodarki osadami.
- 8) W przypadku okresowego wystąpienia „osadów niezbywalnych”, ze względu na nadmierną szkodliwość (toksyczność), każda gmina ma obowiązek opracowania specjalnej instrukcji postępowania w takich sytuacjach.

8. Zakończenie

Istniejące w Polsce regulacje prawne dotyczące sposobów postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi wydają się właściwe i jako takie powinny gwarantować bezpieczeństwo ich przetwarzania.

Popularne sposoby postępowania z osadami ściekowymi przedstawiono w „Strategii postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi na lata 2019–2022” opracowanej przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska. W opracowaniu tym zaprezentowano różne metody postępowania z osadami ściekowymi. W Polsce wśród głównych sposobów postępowania z osadami ściekowymi wyróżnia się stosowanie ich na powierzchni ziemi do użyzniania gleby, kompostowanie, wykorzystanie osadów ściekowych w biogazowniach, termiczne przekształcanie komunalnych osadów ściekowych i wykorzystanie fosforu z popiołów po termicznym przekształcaniu osadów do produkcji nawozów.

Każdy ze sposobów jest obwarowany odpowiednimi regulacjami prawnymi, które mają zabezpieczyć właściwe i bezpieczne gospodarowanie osadami. W przywołanym opracowaniu zabrakło jednak położenia większego nacisku na bardzo istotny problem, który w ostatnich latach ujawnia się w oczyszczalniach ścieków bytowych w dużych miastach oraz coraz częściej również w mniejszych miejscowościach. Problem ten polega na tym, że ścieki bytowe przetwarzane w oczyszczalniach zawierają bardzo duże ilości metali ciężkich. Pochodzenie tych zanieczyszczeń jest przemysłowe, a nie bytowe. Podczas paneli eksperckich prowadzonych z przedstawicielami oczyszczalni ścieków oraz naukowcami określono potencjalne i podejrzewane źródła metali ciężkich, które zanieczyszczają ścieki. Są nimi najczęściej zakłady przemysłowe znajdujące się na terenie aglomeracji, które w określonych sytuacjach dokonują zrzutów gromadzonych przez pewien czas zanieczyszczeń do kolektorów ściekowych sieci komunalnej.

Jeśli wprowadzanie takich zanieczyszczeń odbywa się w standardowych warunkach to oczyszczalnie bardzo często są w stanie zidentyfikować napływającą falę zwiększonego stężenia metali ciężkich i kierują takie masy ścieków do specjalnych odstożników po to, żeby nie zaburzać funkcjonowania biologicznej części oczyszczalni. Zanieczyszczone metalami ciężkimi ścieki są sukcesywnie dodawane do ścieków napływających do oczyszczalni i w niewielkich stężeniach trafiają do przetworzenia. Odbywa się to w taki sposób, by nie zniszczyć tkanki żywej w oczyszczalni ścieków, a jednocześnie skutecznie pozbyć się nagromadzonego materiału ze znaczną ilością metali ciężkich. Skutkiem takiego postępowania jest to, że powstają osady ściekowe zawierające ponadnormatywne stężenia metali ciężkich. Dowody takich działań łatwo znaleźć w hałdach składowiskowych, z których pobierane próbki bardzo często wykazują znaczne przekroczenia stężeń metali ciężkich.

Innym sposobem pozbywania się ich toksycznych zanieczyszczeń przez niektórych przedsiębiorców jest dokonywanie zrzutów do instalacji komunalnej podczas intensywnych opadów deszczu. Zrzuty odbywają się podczas deszczowej pogody aby wprowadzane zanieczyszczenia uległy znacznemu rozcieńczeniu, a przez to by były trudne do zidentyfikowania. Jednakże oczyszczalnie borykają się w takiej sytuacji z ogromnym problemem ponieważ ponadstandardowe ilości ścieków, które napływają podczas deszczowej czy burzowej pogody nie mogą być kierowane do specjalnych odstożników tylko są bezpośrednio kierowane do głównej instalacji lub nawet w skrajnych przypadkach bezpośrednio do rzek.

W pierwszym przypadku powstają więc osady ściekowe z dużą ilością metali ciężkich, a w drugim przypadku zanieczyszczenia te przedostają się bezpośrednio do rzek wraz z kierowaną tam masą wód napływających podczas silnych opadów deszczu, które nie mogą być na bieżąco przetwarzane przez oczyszczalnie ścieków.

Przepisy regulujące sposoby wykorzystania osadów ściekowych dość precyzyjnie określają kiedy mogą być one stosowane na cele rolne. To bezpośrednio wykorzystanie jest obwarowane na przykład wymogiem prowadzenia systematycznych badań samych osadów, które są przeznaczone do wykorzystania na cele rolne jak i miejsc ich aplikowania przed zastosowaniem i po zastosowaniu. Celem takich działań jest zapewnienie aby do gruntu nie trafiły nadmiarowe ilości określonych substancji oraz aby pewne substancje w ogóle się tam nie znalazły. Wymogi prawne są prawidłowe, jednakże praktyka oraz obyczaje z tej materii

pokazują, że rzeczywistość daleka jest od spełnienia tych wymogów. Podczas prowadzenia badań w ramach przygotowywania niniejszego raportu uzyskano potwierdzenia od przedstawicieli oczyszczalni ścieków że obligatoryjne kontrole, które są zapisane w odpowiednich przepisach, nie są realizowane. Respondenci nie podali powodów dlaczego tak się dzieje, jednak nie ukrywali faktu, że nadzór taki nie jest prowadzony w sposób systematyczny. Rodzi to niebezpieczeństwo tego, że utrwalenie takich praktyk powoduje zarówno wśród odbiorców osadów jak i wytwórców osadów mylne przekonanie, że nadzór taki nie jest wymagany. Można pokusić się o domniemanie, że jest to spowodowane niefrasobliwością, a nie intencjonalnym zaniechaniem.

Innym ze sposobów przetwarzania i wykorzystania osadów ściekowych jest kompostowanie komunalnych osadów ściekowych. Jest to proces, który ma zapewnić, że osady niosące ryzyko że ich użycie bezpośrednio do celów rolnych powoduje zbyt duże ryzyko zanieczyszczenia gruntów niebezpiecznymi substancjami, mogą być przetwarzane właśnie na cele kompostowe. Ustawodawca przewidział możliwe sposoby wykorzystania kompostu pochodzącego z takiego źródła, jednakże praktyka uwidoczniła w prezentowanym badaniu pokazuje, że w wielu przypadkach procedura kompostowania jest stosowana w celu obejścia zakazu stosowania na cele rolne osadów, które ze względu na zanieczyszczenia nie mogą być bezpośrednio stosowane w rolnictwie. Proceder wygląda w taki sposób, że skoro osady nie mogą być wykorzystywane do nawożenia gleb bezpośrednio, to można z nich wytworzyć kompost który wprawdzie nie powinien być stosowany do użyźniania gleby przeznaczonej do produkcji żywności dla ludności oraz pasz dla zwierząt, ale jest to zakaz, który dość łatwo można obchodzić, ponieważ nie są prowadzone kontrole w zakresie przeznaczenia kompostu wyprodukowanego z dodatkiem osadów ściekowych. Wyniki badań pokazują, że wytwórcy kompostu nie monitorują sposobu wykorzystania ich produktu, który powstał z przetworzenia osadów ściekowych. Nie jest na nich bezpośrednio nakładany taki rygorystyczny obowiązek. Jeśli dla takiego materiału, czyli kompostu nie uzyskano pozwolenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi na wprowadzanie go do obrotu, to kompost taki nie może być traktowany jako nawóz, lecz stanowi odpad, a konkretnie kompost nieodpowiadający wymaganiom i stanowi on produkt podlegający przepisom ustawy o odpadach. Brak wymogu nadzorowania powoduje, że wytwórcy takiego nadzoru nie realizują. Skoro nadzór nie jest konieczny, to w praktyce przeznaczenie takiego „kompostu” może być niemalże dowolne.

Kolejny sposób wykorzystania osadów ściekowych dotyczy ich użycia w biogazowniach. Użycie takiego osadu w biogazowniach odpadowych służy produkcji biogazu, a ze względu na zanieczyszczenie metalami ciężkimi surowca, istnieje ryzyko że powstały produkt również jest zanieczyszczony. Podobne ryzyko wiąże się z termicznym przekształcaniem komunalnych osadów ściekowych, czyli spalanie bądź piroliza. W tych procesach zagrożenie uwolnieniem do atmosfery metali ciężkich jest największe. Bardzo dużym ryzykiem wprowadzania do środowiska metali ciężkich obarczony jest również proces wykorzystywania fosforu z popiołów po termicznym przekształcaniu komunalnych osadów ściekowych do produkcji nawozów ponieważ popioły te zawierają koncentrat metali ciężkich jako ten, który nie uległ przekształceniu ani podczas procesów biologicznych, ani termicznych. Przedstawiciele oczyszczalni stwierdzają, że skład chemiczny popiołów najczęściej jest bardzo zmienny w związku z tym istnieje ogromne ryzyko zanieczyszczenia środowiska niebezpiecznymi czynnikami, które znajdują się w tych popiołach. W związku z tym, nie wolno dopuszczać do niekontrolowanego wprowadzania do środowiska nawozów produkowanych na bazie popiołów z osadów ściekowych.

W większości przypadków oczyszczalnie zdają sobie sprawę z tego jak dużym zagrożeniem jest koncentracja metali ciężkich w osadach ścieków komunalnych, zwłaszcza w dużych aglomeracjach na terenie których znajduje się wiele zakładów przemysłowych, które dokonują nielegalnych zrzutów ścieków przemysłowych do kolektorów instalacji miejskiej, przeznaczonych dla ścieków bytowych. Jednym ze wskaźników skali problemu jest wielkość hałd składowiskowych osadów, które albo ze względów technologicznych nie mogą być przetworzone, albo ze względów ryzyka związanego z wymienionymi sposobami przetwarzania są składowane na hałdach. O tym, że problem hałd w wielu miejscach jest bardzo poważny może uświadczać przykład sytuacji, która miała miejsce w jednym z największych miast w Polsce, a o której informacje pozyskano w ramach tego badania. W hałdzie składowane są osady ściekowe, które ze względu na stosunkowo dużą zawartość zanieczyszczeń, w tym metalami ciężkimi, nie są przeznaczone na jakiegokolwiek cele związane z rolnictwem. W ramach eksperymentu obsadzono hałdy sadzonkami wierzby energetycznej. Zebraną biomasę przetworzono na paliwo, które następnie wykorzystano do produkcji energii cieplnej procesie spalania. Okazało się jednak, że spaliny emitowane podczas tego spalania mają drastycznie przekroczone normy zawartości metali ciężkich i proces spalania

trzeba było w trybie nagłym zatrzymać. Osady nie tylko same nie mogą być bezpośrednio poddane jakimkolwiek przydatnemu przetworzeniu, lecz również zaawansowane metody przetworzenia nie wchodzą w grę, ponieważ ślad pozostawiony w środowisku jest bardzo wyraźny.

Przedstawione badania i wnioski mają charakter analizy trendów. Ich celem jest wykazanie jakie są stosowane praktyki, a nie penalizowanie poszczególnych podmiotów czy praktyk. Wykazujemy, że istnieje ryzyko związane po pierwsze z dość swobodną interpretacją przepisów o sposobie wykorzystania osadów oraz stosowaniu metod kontroli i nadzoru ich wykorzystania, a po drugie, że istniejące przepisy stwarzają pewne luki w łańcuchu wykorzystania osadów ściekowych, które mogą być wykorzystywane do celów rolnych mimo, że nie powinno mieć to miejsca ze względu na dużą zawartość metali ciężkich w osadach.

9. Bibliografia

- Ariņa, D., & Bendere, R. (2011). The estimation of the emission of greenhouse gasses by the treatment of sewage sludge in latvia. Paper presented at the Research for Rural Development, 2, 214–217.
- Bagheri, M., Bauer, T., Burgman, L. E., & Wetterlund, E. (2023). Fifty years of sewage sludge management research: Mapping researchers' motivations and concerns. *Journal of Environmental Management*, 325, 116412. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116412>
- Boniardi, G., Turolla, A., Fiameni, L., Gelmi, E., Bontempi, E., & Canziani, R. (2022). Phosphorus recovery from a pilot-scale grate furnace: Influencing factors beyond wet chemical leaching conditions. *Water Science and Technology*, 85 (9), 2525–2538. <https://doi.org/10.2166/wst.2022.132>
- Cieslik, B. M., Namiesnik, J., & Konieczka, P. (2015). Review of sewage sludge management: standards, regulations and analytical methods. *Journal of Cleaner Production*, 90, 1–15. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2014.11.031>
- Ciuła, J., Gaska, K., Siedlarz, D., & Koval, V. (2019). Management of sewage sludge energy use with the application of bi-functional bioreactor as an element of pure production in industry. *E3S Web of Conferences*, 123, 01016. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301016>
- Dahiya, P., Singh, N., & Singh, A. (2022). Impact of sewage sludge application on microbial diversity and fertility of soil: A long-term study. In M.P. Shah, N. Shah, S. Rodriguez-Couto & R. Banerjee (Eds.), *Development in Waste Water Treatment Research and Processes* (pp. 91–106). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85584-6.00006-6>
- Grgas, D., Štefanac, T., Barešić, M., Toromanović, M., Ibrahimpašić, J., Vukušić Pavičić, T., Habuda-Stanić, M., Herceg, Z., & Landeka Dragičević, T. (2023). Co-composting of sewage sludge, green waste, and food waste. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 11 (1), 1100415. <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d10.0415>
- Hawrylik, E., Butarewicz, A., & Andraka, M. (2022). Toxicity assessment of sewage sludge from municipal sewage treatment plants. *Economics and Environment*, 82 (3), 257–268. <https://doi.org/10.34659/eis.2022.82.3.491>

- Ignatowicz, K. (2017). The impact of sewage sludge treatment on the content of selected heavy metals and their fractions. *Environmental Research*, 156, 19–22. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.02.035>
- Joniec, J., Gašior, J., Voloshanska, S., Nazarkiewicz, M., & Hoivanovych, N. (2019a). Evaluation of the effectiveness of land reclamation based on microbiological and biochemical parameters assessed in an ozokerite mining and processing landfill sown with trifolium hybridum and dactylis glomerata. *Journal of Environmental Management*, 242, 343–350. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.058>
- Joniec, J., Oleszczuk, P., Jezierska-Tys, S., & Kwiatkowska, E. (2019b). Effect of reclamation treatments on microbial activity and phytotoxicity of soil degraded by the sulphur mining industry. *Environmental Pollution*, 252, 1429–1438. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.06.066>
- Kacprzak, M., Neczaj, E., Fijałkowski, K., Grobelak, A., Grosser, A., Worwag, M., Rorat, A., Brattebo, H., Almås, Å., & Singh, B. R. (2017). Sewage sludge disposal strategies for sustainable development. *Environmental Research*, 156, 39–46. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2017.03.010>
- Kominko, H., Gorazda, K., & Wzorek, Z. (2019). Potentiality of sewage sludge-based organo-mineral fertilizer production in Poland considering nutrient value, heavy metal content and phytotoxicity for rapeseed crops. *Journal of Environmental Management*, 248, 109283. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109283>
- Krasowska, M., Kowczyk-Sadowy, M., & Obidziński, S. (2023). Composting of stabilized municipal sewage sludge with residues from agri-food processing in Poland. *Economics and Environment*, 83 (4), 103–116. <https://doi.org/10.34659/eis.2022.83.4.509>
- Mulchandani, A., & Westerhoff, P. (2016). Recovery opportunities for metals and energy from sewage sludges. *Bioresource Technology*, 215, 215–226. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.075>
- Paranjpe, A., Saxena, S., & Jain, P. (2020). Addition biogas generation through sewage sludge in wastewater treatment plant. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 10 (4), 66–71
- Przydatek, G., & Wota, A.K. (2020). Analysis of the comprehensive management of sewage sludge in Poland. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 22 (1), 80–88. <https://doi.org/10.1007/S10163-019-00937-Y>
- Saoudi, M. A., Dabert, P., Ponthieux, A., Vedrenne, F., & Daumer, M. (2022). Correlation between phosphorus removal technologies and phosphorus speciation in sewage sludge: Focus on iron- based P removal technologies. *Environmental Technology*, 44 (14), 2091–2103. <https://doi.org/10.1080/09593330.2021.2023222>
- Siddiqui, M. I., Rameez, H., Farooqi, I. H., & Basheer, F. (2023). Recent advancement in commercial and other sustainable techniques for energy and material recovery from sewage sludge. *Water*, 15 (5), 948. <https://doi.org/10.3390/w15050948>

- Smol, M., & Szoldrowska, D. (2021). An analysis of the fertilizing potential of selected waste streams – municipal, industrial, and agricultural. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 37 (3), 75–100. <https://doi.org/10.24425/gsm.2021.138659>
- Szoldrowska, D., & Smol, M. (2022). Rolnicze wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych w obliczu wyzwań Europejskiego Zielonego Ładu. *Przemysł Chemiczny*, 101 (12), 1130–1135. <https://doi.org/10.15199/62.2022.12.10>
- Wisniewski, Z., Kuczmaszewski, J., Halicka, K., Kuboń, M., Kocira, S., Marczuk, A., & Oleksiak, B. (2024). Critical assessment and recommendations for sewage sludge management in Poland. *Economics and Environment*, 87 (4), 641, 1–28. <https://doi.org/10.34659/eis.2023.87.4.641>
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu. (Dz. U. z 2008 r. Nr. 119, poz. 765 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10. (Dz. U. z 2015 r., poz. 132)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie stosowania komunalnych osadów ściekowych. (Dz. U. z 2015 r., poz. 257)
- Ustawa o odpadach z 14 grudnia 2012 r., Dz.U. 2013 poz. 21
- Ustawa Prawo wodne z 20 lipca 2017 r., Dz. U. z 2021 r. poz. 2233 i 2368 oraz z 2022 r. poz. 88
- Ustawa Prawo ochrony środowiska z 27 kwietnia 2001 r., Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627

