



Neutralizacja nieprzyjemnych zapachów powstających podczas odwadniania komunalnych osadów ściekowych w procesie sedymentacji odśrodkowej

*Anna Kowalczyk, Justyna Kutryn, Tadeusz Piecuch
Politechnika Koszalińska*

1. Wstęp – cel badań

Z chwilą wejścia Polski do Unii Europejskiej w maju 2004 r. w naszym kraju zaczęły obowiązywać standardy i normy europejskie m.in. w zakresie ochrony środowiska. Jednym z elementów wymagających jeszcze uregulowania, jest emisja do środowiska nieprzyjemnych zapachów w wyniku funkcjonowania takich obiektów jak: składowiska odpadów, zakłady ich utylizacji, oczyszczalnie ścieków, fermy hodowlane czy zakłady przemysłowe. Emisja tych nieprzyjemnych zapachów stanowi dużą uciążliwość zarówno dla pracowników zakładów jak i mieszkańców okolic. Bliska konieczność opracowania polskich norm w zakresie metod oceny intensywności odorów, a także przepisów określających ich oddziaływanie na środowisko, przyczynia się do podejmowania badań nad odorami w zespołach badawczych różnych instytucji (zespoły badawcze m.in. [1, 3÷6, 9÷18]). W wypadku niewielkich emisji, gdy stężenia odorantów są małe, a mimo niskich progów wyczuwalności zapachowej powodują istotną uciążliwość, możliwe jest stosowanie środków maskujących [1, 9÷18].

Zagadnieniem tym zajmuje się m.in. Katedra Techniki Wodno-Mułowej i Utylizacji Odpadów Politechniki Koszalińskiej, w której od kilku lat trwają prace nad wyprodukowaniem skutecznego i taniego środka zmniejszającego uciążliwość zapachów. Jako środki maskujące wykorzystywane są naturalne olejki eteryczne, pozyskiwane ze świeżych surowców roślinnych w procesie destylacji parą wodną [1, 10÷13, 18].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie sposobu zmniejszenia uciążliwości zapachowej podczas odwadniania komunalnych osadów ściekowych.

2. Badania własne

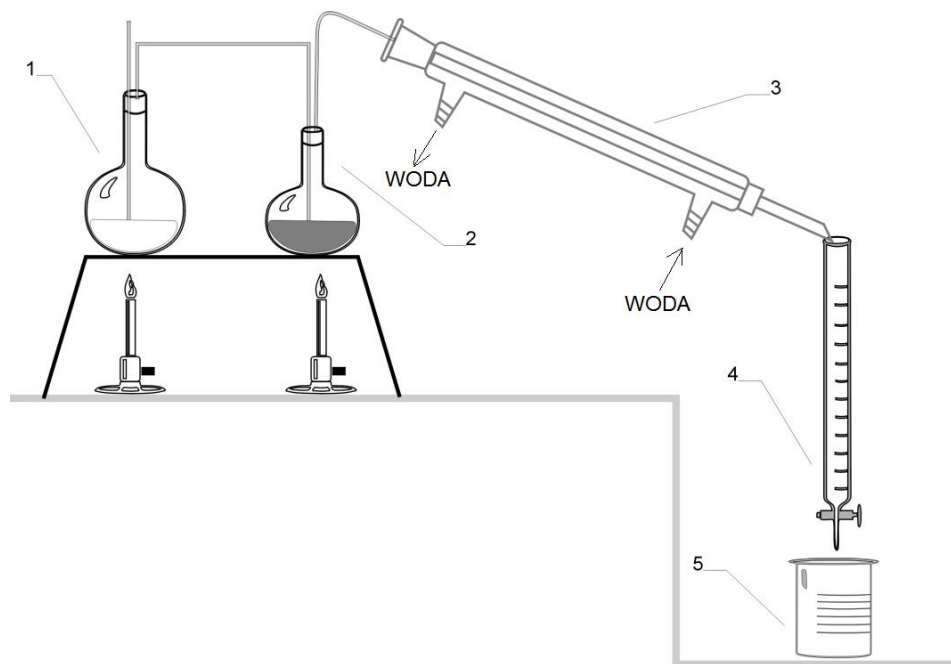
Badania wykonano na laboratoryjnej wirówce sedymentacyjnej typu **MPW 350**. Jako nadawę do procesu odwadniania zastosowano rzeczywisty ustabilizowany w wyniku fermentacji metanowej osad czynny, pobrany z Oczyszczalni Ścieków Jamno, bezpośrednio z przewodu tłoczego podającego osad z WKF na wirówki dekantacyjne. Do maskowania odorów wykorzystano olejek eteryczny z cytryny.

2.1. Metodyka badań

Badania nad zastosowaniem olejku eterycznego do maskowania odorów zostały podzielone na dwa etapy. W pierwszej części badań wytworzono olejek eteryczny z cytryny w procesie destylacji parą wodną. Do produkcji olejku posłużyła aparatura przedstawiona na rysunku 1 [1, 10÷13, 18].

Zasada działania tej aparatury jest następująca: kolba (1), służy do wytwarzania pary wodnej nasyconej. Następnie, przy pomocy szklanej rurki, para jest wprowadzana do naczynia nr 2 zawierającego właściwą mieszaninę destylowaną. W dalszym etapie, opary skraplają się w chłodnicy chłodzonej wodą (3), a destylat odprowadzany jest do odbieralnika (4), w którym oddzielona od olejku woda, zlewana jest do naczynia (5).

Następnie wyprodukowany olejek został wykorzystany w drugiej części badań jako środek maskujący odory. Olejek dozowano do nadawy (osad komunalny wraz z flokulantem) przed procesem odwadniania komunalnych osadów ściekowych na laboratoryjnej wirówce sedymentacyjnej. Badania prowadzono w laboratorium Katedry Techniki Wodno-Mułowej i Utylizacji Odpadów Politechniki Koszalińskiej.



Rys. 1. Schemat stanowiska doświadczenia do produkcji kondensatów zapachowych

Fig. 1. Diagram of the experimental stand for production of aromatic condensates

Wilgotność osadu oznaczano metodą tradycyjną – suszenia z wazaniem [2, 8].

Do badań użyto zawsze ten sam ściek zawiesinowy o następującej charakterystyce: pH=7,55, temp. 20°C, barwa: czarna, struktura osadu: jednolita, trudno opadający, zawiesinowy, zapach: gnilny, wilgotność: 99,06%, zagęszczenie: 9387,69 mg/dm³.

Parametrami stałymi sedymentacji odśrodkowej były:

- parametry charakteryzujące nadawę (pH, temperatura [°C], zapach, barwa, wilgotność osadu W [%], zagęszczenie osadu β [mg/dm³]),
- czas wirowania t [min.] (przyjęto czas wirowania $t=1$ min.),
- liczba obrotów wirówki n [obr/min.] (przyjęto $n=2400$ obr/min.) [7].

Parametrami zmiennymi niezależnymi procesu były:

- dawka dozowanego flokulantu C [kg/Mg s.m.],
- dawka dozowanego olejku eterycznego D [cm³/100 cm³ osadu]

Parametrami zmiennymi zależnymi tj. wynikowymi procesu były:

- wilgotność osadu W [%],
- zagęszczenie odsącza po procesie wirowania β [mg/dm³],
- czas utrzymywania się zneutralizowanych zapachów odwirowanego osadu oraz odsącza t [min.].

Do badań zastosowano flokulant kationowy, używany na Oczyszczalni Ścieków Jamno, tj. roztwór 0,35% flokulantu o nazwie handlowej Praestol 855 BS, produkcji Ashland Deutschland GmbH Krefeld [7].

Przyjęto 4 różne dawki flokulantu:

- C₀=0 kg/Mg s.m.;
- C₁=koncentracja odpowiadająca 80% dawki dozowanej na oczyszczalni ścieków, tj. 3,2 kg/Mg s.m.;
- C₂=koncentracja odpowiadająca 100% dawki dozowanej na oczyszczalni ścieków, tj. ok. 4 kg/Mg s.m.;
- C₃=koncentracja odpowiadająca 120% dawki dozowanej na oczyszczalni ścieków, tj. 4,8 kg/Mg s.m..

W badaniach do maskowania odorów zastosowano olejek eteryczny z cytryny, wytworzony w procesie destylacji parą wodną [1, 10÷13, 18].

Przyjęto 4 różne dawki olejku:

- D₁= 0 cm³ olejku/ 100 cm³ osadu;
- D₂= 2 krople = 0,06 cm³ olejku/ 100 cm³ osadu;
- D₃= 4 krople = 0,12 cm³ olejku/ 100 cm³ osadu;
- D₄= 6 kropli = 0,18 cm³ olejku/ 100 cm³ osadu.

W celu określenia poszczególnych dawek olejku przeprowadzono wstępną próbę zapachową, na podstawie której metodą organoleptyczną ustalono próg wyczuwalności zapachu dozowanego olejku eterycznego do osadów. Na podstawie badań ustalono minimalną dawkę olejku, która neutralizuje uciążliwy zapach osadów ściekowych. Zastosowanie mniej-

szej dawki niż przyjęta dawka D_2 , nie powoduje odczuwalnego organoleptycznie efektu maskowania uciążliwych zapachów. Zastosowanie większej dawki olejku niż przyjęta dawka D_4 , nie powoduje znacznego wydłużenia czasu utrzymywania się zneutralizowanego zapachu. Na tej podstawie przyjęto dawki jw. Czas utrzymywania się zneutralizowanego zapachu osadu i odsącza oznaczono organoleptycznie, mierząc czas utrzymywania się zapachu olejku eterycznego z cytryny.

3. Opis i analiza wyników badań

Wyniki uzyskane w trakcie prowadzenia badań laboratoryjnych zestawiono w tabelach 1÷4 oraz na rysunkach 2÷5, jako wartość średnią arytmetyczną z 5 pomiarów. Wyniki parametru wilgotności znajdują się w granicach błędu pomiarowego $\pm 0,3\%$, przy poziomie ufności 95% ze współczynnikiem rozszerzenia $k_\alpha=2,77$.

W tabeli 1 i na rysunku 2 przedstawiono wpływ dawki olejku eterycznego na wilgotność osadu w zależności od dawki flokulantu. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że wraz ze wzrostem dawki olejku eterycznego wilgotność osadu maleje. Zależność ta jest zachowana dla wszystkich zastosowanych stężeń dozowanego flokulantu:

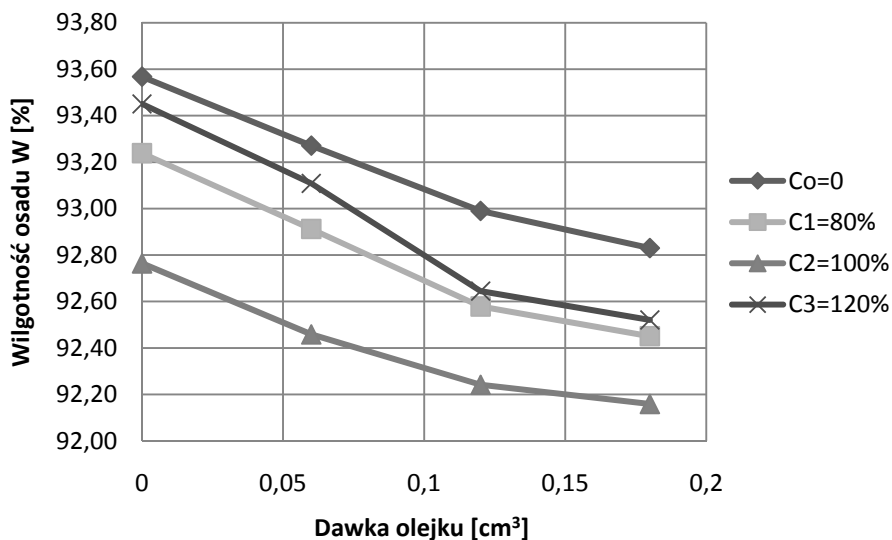
- dla serii flokulantu C_0 (0 kg/Mg s.m.) wilgotność osadu zmalała z wartości 93,57% (dawka olejku 0 cm³/100 cm³ osadu) do 92,83% (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu),
- dla serii flokulantu C_1 (3,2 kg/Mg s.m.) wilgotność osadu zmalała z wartości 93,24% (dawka olejku 0 cm³/100 cm³ osadu) do 92,45% (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu),
- dla serii flokulantu C_2 (4,0 kg/Mg s.m.) wilgotność osadu zmalała z wartości 92,76% (dawka olejku 0 cm³/100 cm³ osadu) do 92,16% (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu),
- dla serii flokulantu C_3 (4,8 kg/Mg s.m.) wilgotność osadu zmalała z wartości 93,45% (dawka olejku 0 cm³/100 cm³ osadu) do 92,52% (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu).

Najprawdopodobniej jest to spowodowane zmianą charakteru powierzchni, albowiem olejki podwyższają hydrofobowość osadu.

Tabela 1. Wpływ dawki olejku eterycznego na wilgotność osadu w zależności od dawki flokulantu Prestol 855 BS

Table 1. Effect of doses of aromatic extracts on water content in sludge depending on dose of Prestol 855 BS flocculant

DAWKA FLOKULANTU [ml/dm ³]	WILGOTNOŚĆ OSADU [%]				
	NADAWA	DAWKA OLEJKU [cm ³ /100 cm ³ osadu]			
		0	0,06	0,12	0,18
C ₀ =0	99,06	93,57	93,27	92,99	92,83
C ₁ =80%*C ₂ 3,2 kg/1 Mg s.m	99,06	93,24	92,91	92,58	92,45
C ₂ =100% 4,0 kg/1 Mg s.m	99,06	92,76	92,46	92,24	92,16
C ₃ =120%*C ₂ 4,8 kg/1 Mg s.m	99,06	93,45	93,11	92,64	92,52



Rys. 2. Wpływ dawki olejku eterycznego na wilgotność osadu w zależności od dawki flokulantu Prestol 855 BS

Fig. 2. Effect of doses of aromatic extract on water content in sludge depending on dose of Prestol 855 BS flocculant

Wilgotność osadu zależy także od zastosowanej dawki flokulantu. Najlepszy efekt odwadniania otrzymano dla dawki flokulantu C₂ (4,0 kg/Mg s.m.), odpowiadającej dawce stosowanej na oczyszczalni ścieków.

W tabeli 2 i na rysunku 3 przedstawiono wpływ dawki olejku eterycznego na zagęszczenie osądcu w zależności od dawki flokulantu. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że wraz ze wzrostem dawki olejku eterycznego zagęszczenie osądcu maleje. Zależność ta jest zachowana dla wszystkich zastosowanych stężeń dozowanego flokulantu:

- dla serii flokulantu C₀ (0 kg/Mg s.m.) zagęszczenie osądcu obniżono z wartości 2149,33 mg/dm³ (dawka olejku 0 cm³/100 cm³ osadu) do 1943,47 mg/dm³ (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu),
- dla serii flokulantu C₁ (3,2 kg/Mg s.m.) zagęszczenie osądcu obniżono z wartości 1959,11 mg/dm³ (dawka olejku 0 cm³/100 cm³ osadu) do 1818,94 mg/dm³ (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu),
- dla serii flokulantu C₂ (4,0 kg/Mg s.m.) zagęszczenie osądcu obniżono z wartości 1996,94 mg/dm³ (dawka olejku 0 cm³/100 cm³ osadu) do 1687,41 mg/dm³ (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu),
- dla serii flokulantu C₃ (4,8 kg/Mg s.m.) zagęszczenie osądcu obniżono z wartości 1591,14 mg/dm³ (dawka olejku 0 cm³/100 cm³ osadu) do 1427,84 mg/dm³ (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu).

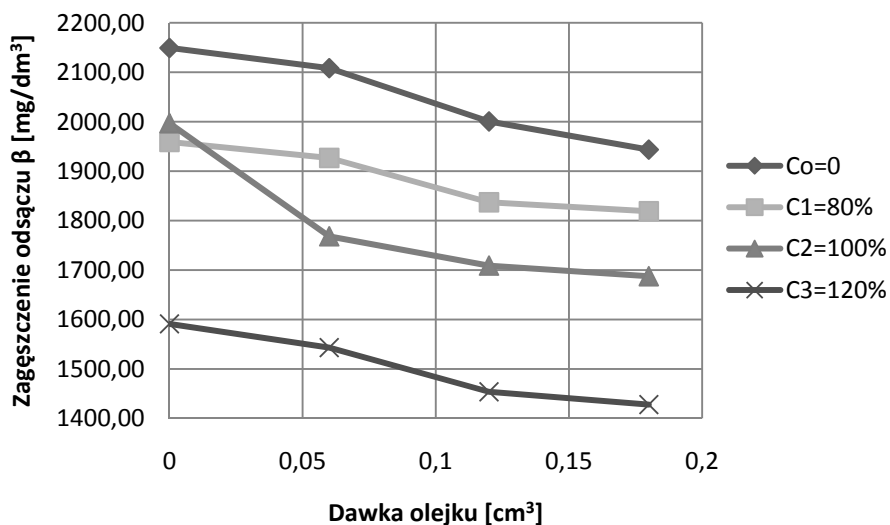
Zagęszczenie osądcu zależy także od zastosowanej dawki flokulantu. Najlepszy efekt otrzymano dla dawki flokulantu C₃ (4,8 kg/Mg s.m.), która odpowiada dawce 20% większej niż dawka stosowana na oczyszczalni ścieków.

Porównując wyniki badań zamieszczone w tabelach 1 i 2 oraz na rysunkach 2 i 3 można stwierdzić, że zalecana dawka flokulantu, tj. dawka C₂ (4,0 kg/Mg s.m.) stanowi optimum procesu odwadniania osadu przyjmując jako kryterium parametr wilgotności.

Tabela 2. Wpływ dawki olejku eterycznego na zagęszczenie osadzu w zależności od dawki flokulantu Preastol 855 BS

Table 2. Effect of doses of aromatic extracts on solids concentration in eluate depending on dose of Preastol 855 BS flocculant

DAWKA FLOKULANTU [ml/dm ³]	ZAGĘSZCZENIE ODSĄCZU β [mg/dm ³]				
	NADAWA	DAWKA OLEJKU [cm ³ /100 cm ³ osadu]			
		0	0,06	0,12	0,18
C ₀ =0	9387,69	2149,33	2108,29	2000,65	1943,47
C ₁ =80%*C ₂ 3,2 kg/1 Mg s.m	9387,69	1959,11	1926,69	1837,11	1818,94
C ₂ =100% 4,0 kg/1 Mg s.m	9387,69	1996,94	1768,18	1708,97	1687,41
C ₃ =120%*C ₂ 4,8 kg/1 Mg s.m	9387,69	1591,14	1543,15	1453,63	1427,84



Rys. 3. Wpływ dawki olejku eterycznego na zagęszczenie osadzu w zależności od dawki flokulantu Preastol 855 BS

Fig. 3. Effect of doses of aromatic extracts on solids concentration in eluate depending on dose of Preastol 855 BS flocculant

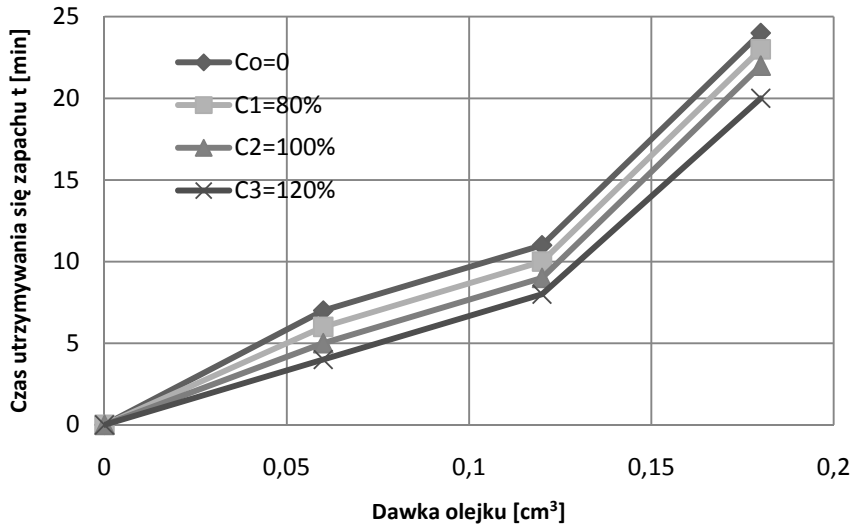
W tabeli 3 i na rysunku 4 przedstawiono wpływ dawki olejku eterycznego na czas skutecznej neutralizacji nieprzyjemnych zapachów odwodnionych osadów w zależności od dawki flokulantu. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że wraz ze wzrostem dawki olejku czas utrzymywania się zneutralizowanych zapachów rośnie. Zależność ta jest zachowana dla wszystkich zastosowanych stężeń dozowanego flokulantu:

- dla serii flokulantu C_0 (0 kg/Mg s.m.) czas skutecznej neutralizacji zapachu osadu rośnie z wartości 7 min. (dawka olejku $0,06 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ osadu) do 24 min. (dawka olejku $0,18 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ osadu),
- dla serii flokulantu C_1 (3,2 kg/Mg s.m.) czas skutecznej neutralizacji zapachu osadu rośnie z wartości 6 min. (dawka olejku $0,06 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ osadu) do 23 min. (dawka olejku $0,18 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ osadu),
- dla serii flokulantu C_2 (4,0 kg/Mg s.m.) czas skutecznej neutralizacji zapachu osadu rośnie z wartości 5 min. (dawka olejku $0,06 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ osadu) do 22 min. (dawka olejku $0,18 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ osadu),
- dla serii flokulantu C_3 (4,8 kg/Mg s.m.) czas skutecznej neutralizacji zapachu osadu rośnie z wartości 4 min. (dawka olejku $0,06 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ osadu) do 20 min. (dawka olejku $0,18 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ osadu).

Tabela 3. Wpływ dawki olejku eterycznego na czas skutecznej neutralizacji nieprzyjemnych zapachów odwodnionych osadów w zależności od dawki flokulantu Prestol 855 BS

Table 3. Effect of doses of aromatic extracts on time of efficient neutralisation of dewatered sludge odour depending on dose of Prestol 855 BS flocculant

DAWKA FLOKULANTU [ml/dm ³]	CZAS UTRZYMYWANIA SIĘ ZAPACHU [MIN.] – OSAD			
	DAWKA OLEJKU [cm ³ /100 cm ³ osadu]			
	0	0,06	0,12	0,18
$C_0=0$	0	7	11	24
$C_1=80\%*C_2$ 3,2 kg/1 Mg s.m	0	6	10	23
$C_2=100\%$ 4,0 kg/1 Mg s.m	0	5	9	22
$C_3=120%*C_2$ 4,8 kg/1 Mg s.m	0	4	8	20



Rys. 4. Wpływ dawki olejku eterycznego na czas skutecznej neutralizacji nieprzyjemnych zapachów odwodnionych osadów w zależności od dawki flokulantu Prestol 855 BS

Fig. 4. Effect of doses of aromatic extracts on time of efficient neutralisation of dewatered sludge odour depending on dose of Prestol 855 BS flocculant

Czas utrzymywania się zneutralizowanego zapachu zależy także od zastosowanej dawki flokulantu. Wraz ze wzrostem dawki flokulantu czas maskowania nieprzyjemnych zapachów maleje, różnice wynoszą średnio 2÷4 min. pomiędzy seriami.

W tabeli 4 i na rysunku 5 przedstawiono wpływ dawki olejku eterycznego na czas skutecznej neutralizacji nieprzyjemnych zapachów odsącza. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że wraz ze wzrostem dawki olejku czas utrzymywania się zneutralizowanych zapachów rośnie. Zależność ta jest zachowana dla wszystkich zastosowanych stężeń dozowanego flokulantu;

- dla serii flokulantu C_0 (0 kg/Mg s.m.) czas skutecznej neutralizacji zapachu odsącza rośnie z wartości 11 min. (dawka olejku 0,06 cm³/100 cm³ osadu) do 50 min. (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu),
- dla serii flokulantu C_1 (3,2 kg/Mg s.m.) czas skutecznej neutralizacji zapachu odsącza rośnie z wartości 10 min. (dawka olejku

0,06 cm³/100 cm³ osadu) do 45 min. (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu),

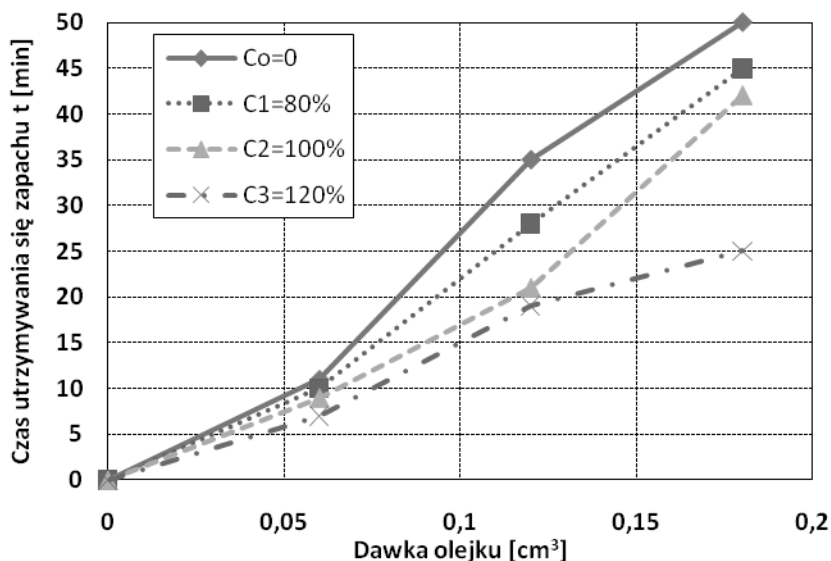
- dla serii flokulantu C₂ (4,0 kg/Mg s.m.) czas skutecznej neutralizacji zapachu odsącza rośnie z wartości 9 min. (dawka olejku 0,06 cm³/100 cm³ osadu) do 42 min. (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu),
- dla serii flokulantu C₃ (4,8 kg/Mg s.m.) czas skutecznej neutralizacji zapachu odsącza rośnie z wartości 7 min. (dawka olejku 0,06 cm³/100 cm³ osadu) do 25 min. (dawka olejku 0,18 cm³/100 cm³ osadu).

Czas utrzymywania się zneutralizowanego zapachu odsącza zależy także od zastosowanej dawki flokulantu. Wraz ze wzrostem dawki flokulantu czas maskowania nieprzyjemnych zapachów maleje, różnice wynoszą średnio od 2 min. do 25 min. pomiędzy seriami.

Tabela 4. Wpływ dawki olejku eterycznego na czas skutecznej neutralizacji nieprzyjemnych zapachów odsącza po procesie odwadniania w zależności od dawki flokulantu Prestol 855 BS

Table 4. Effect of doses of aromatic extracts on time of efficient neutralisation of eluate odour depending on dose of Prestol 855 BS flocculant

DAWKA FLOKULANTU [ml/dm ³]	CZAS UTRZYMYWANIA SIĘ ZAPACHU [MIN.] – ODSĄCZ			
	DAWKA OLEJKU [cm ³ /100 cm ³ osadu]			
	0	0,06	0,12	0,18
C ₀ =0	0	11	35	50
C ₁ =80%*C ₂ 3,2 kg/l Mg s.m	0	10	28	45
C ₂ =100% 4,0 kg/l Mg s.m	0	9	21	42
C ₃ =120%*C ₂ 4,8 kg/l Mg s.m	0	7	19	25



Rys. 5. Wpływ dawki olejku eterycznego na czas skutecznej neutralizacji nieprzyjemnych zapachów odsącza po procesie odwadniania w zależności od dawki flokulantu Prestol 855 BS

Fig. 5. Effect of doses of aromatic extracts on time of efficient neutralisation of eluate odour depending on dose of Prestol 855 BS flocculant

Dla przykładu wydajność godzinowa wirówki dekantacyjnej przemysłowej Noxon stosowanej na Oczyszczalni Ścieków Jamno wynosi średnio $Q = 16 \div 17 \text{ m}^3/\text{h}$ w zależności od parametrów osadu [7]. Zatem godzinowa dawka olejku, wyznaczona na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych, zapewniająca skuteczną, tzn. długotrwałą neutralizację nieprzyjemnego zapachu (dawka olejku $D_3 = 0,18 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ osadu) może wynosić dla stosowanej na obiekcie dawki flokulantu C_2 (4,0 kg/Mg s.m.) odpowiednio $30,6 \text{ dm}^3$ olejku/h.

Przedstawione powyżej badania będą oczywiście kontynuowane i po przeniesieniu tych badań ze skali laboratoryjnej na skalę przemysłową bezpośrednio do hali technologicznej wirówek dekantacyjnych typu Noxon Oczyszczalni Ścieków Jamno miasta Koszalina, zostanie przeprowadzona także analiza technologiczno-ekonomiczna tego przedsięwzięcia. Przedstawiona w niniejszej publikacji technologia została opatentowana – nr P 390476, pt. „Sposób neutralizacji odorów powstających podczas odwadniania komunalnych osadów ściekowych”.

4. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

1. olejek eteryczny z cytryny skutecznie neutralizuje nieprzyjemne zapachy osadów i odsączu, powstałe podczas odwadniania komunalnych osadów ściekowych na laboratoryjnej wirówce sedymentacyjnej,
2. wraz ze wzrostem dawki olejku eterycznego z cytryny czas utrzymywania się zneutralizowanych zapachów po procesie odwadniania rośnie, zarówno dla odwodnionego osadu jak i odsączu,
3. dawka dozowanego flokulantu wpływa na czas skutecznej neutralizacji nieprzyjemnych zapachów olejkiem cytrynowym; wraz ze wzrostem dawki dozowanego flokulantu maleje czas utrzymywania się zneutralizowanego zapachu osadu i odsączu,
4. maskowanie odorów za pomocą olejków eterycznych wytwarzanych z taniego surowca jakimi są odpady np. skórek cytrynowych powinno być wykorzystane w skali przemysłowej (np. podczas odwadniania osadów na hali technologicznej oczyszczalni ścieków) poprzez zastosowanie np. dozowników mechanicznych. Wyznacza to nowatorski kierunek badań neutralizacji przykrych zapachów w halach przemysłowych.

Literatura

1. **Andrijevskaja L., Juraszka B., Kowalczyk A., Piecuch T., Pol K., Zimoch A.:** *Neutralizacja przykrych zapachów poprzez rozpylenie roztworów powstałych na bazie ekstraktów z owoców cytrusowych, imbiru oraz goździków.* Rocznik Ochrona Środowiska Tom 10, Koszalin. 707-723, 2008.
2. **Hermanowicz W., Dożańska W., Sikorowska C., Kelus J.:** *Fizykochemiczne badania ścieków miejskich i osadów ściekowych.* Wydanie I Warszawa, Arkady 1967.
3. **Klimek R.:** *Olejki eteryczne.* Wydawnictwo Przemysłu Lekkiego i Spożywczego, Warszawa 1957.
4. **Kośmider J.:** *Sensoryczne metody oceny zapachowej jakości powietrza i skuteczności dezodoryzacji.* Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej, nr 422, Szczecin 1991.
5. **Kośmider J., Krajewska B.:** *Normalizacja olfaktometrii dynamicznej. Podstawowe pojęcia i jednostki miar.* Normalizacja 1/2005.
6. **Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B., Wyszyński B.:** *Odory.* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.

7. **Kutryn J., Piecuch T.:** *Odwadnianie komunalnych osadów ściekowych na laboratoryjnej wirówce sedymentacyjnej typu MPW-350 oraz na przemysłowej wirówce typu Noxon DC20 – problem przeniesienia skali.* Rocznik Ochrona Środowiska Tom 11. Rok 2009. Koszalin. 517-542, 2009.
8. **Palica M., Dolina A., Gierczycki A., Kolorz S.:** *Wpływ dodatku flokulantu Magnafloc 919 na przebieg filtracji wirowej podekantacyjnej zawiesiny odpadowej.* Rocznik Ochrona Środowiska Tom 11. Koszalin. 1063-1075, 2009.
9. **Piecuch T.:** *Technika Hydroszlamowa.* Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Wyd. III, Koszalin 2002.
10. **Piecuch T.:** *Technika wodno-mułowa – urządzenia i procesy.* Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2007.
11. **Piecuch T., Andriyevski B., Andriyevska L., Juraszka B., Kowalczyk A.:** *Produkcja i rozpylanie roztworów neutralizujących przykre zapachy powstałych na osnowie ekstraktów z geranium, kminku zwyczajnego, anyżu, jałowca pospolitego oraz czarnuszki.* Rocznik Ochrona Środowiska Tom 11. Rok 2009. Koszalin. 607-629, 2009.
12. **Piecuch T., Sasinowski M., Nowak A., Dąbrowski J., Kościerzyńska-Siekan G.:** *Produkcja i rozpylanie roztworów neutralizujących przykre zapachy w hali technologicznej Przedsiębiorstwa SUPERFISH budowanych na bazie ekstraktów z igliwia tui i sosny pospolitej.* Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa I Inżynierii Środowiska Nr 22, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki, Koszalin. 187-208, 2005.
13. **Piecuch T., Sasinowski M., Nowak A., Dąbrowski J., Kościerzyńska-Siekan G., Dworaczyk J., Zaremba W.:** *Produkcja i rozpylanie roztworów neutralizujących przykre zapachy w hali technologicznej Przedsiębiorstwa SUPERFISH.* Rocznik Ochrona Środowiska Tom 8, Koszalin. 239-261, 2006.
14. **Wyszyński B., Yamanaka T., Nakamoto T.:** *Recording and reproducing citrus flavors using odor recorder.* Sensors and Actuators B, vol. 106, 388-393, 2005.
15. **Wyszyński B., Yamanaka T., Nakamoto T.:** *Study of reproducing citrus flavors using odor recorder.* Technical Digest of Sensor Symp., IEEJ, Po-3, 2003.
16. **Yamanaka T., Wyszyński B., Nakamoto T.:** *Study of odor recorder for recording recipe of orange flavor.* Digest of Technical papers, Transducers 03, 1140, 2003.
17. **Yuji K. Takahashi, Shin Nagayama, and Kensaku Mori :** *Detection and Masking of Spoiled Food Smells by Odor Maps in the Olfactory Bulb.* The Journal of Neuroscience, October 6, 24(40), 2004.

18. **Zaremba W., Piecuch T.:** *Zastosowanie środków maskujących odory, powstałych na bazie olejków eterycznych owoców cytrusowych.* Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa I Inżynierii Środowiska Nr 23, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin. 195-207, 2007.

Neutralization of Odours Arising During Dewatering of Municipal Sewage Sludge in the Process of Centrifugal Sedimentation

Abstract

Emission of unpleasant odours is noxious for both plant workers and residents of surrounding areas, where odours are emitted. In the case of low emissions, the concentration of odour substances are low, and despite of the low odour detection thresholds, they cause significant noxiousness, it is possible to use masking agents. This issue is within range of interest of Division of Water-Sludge Technology and Waste Utilisation of Koszalin University of Technology, where for a few years works are conducted on production of an effective and inexpensive agent for decreasing nuisance of odours. Natural essential oils extracted from fresh plant materials in the process of steam distillation are used as masking agents.

The aim of this study was to present a method of reduction of odour nuisance during dewatering of municipal sewage sludge by dosage of the essential oil to sewage sludge.

Research on the use of essential oils for masking of odours were divided into two stages. In the first stage of the research essential oil of lemon in the process of steam distillation was produced. Then, produced oil was used in the second stage of research as an agent for masking odour during municipal sewage sludge dewatering.

Sludge dewatering process was carried out on a laboratory centrifuge MPW 350. As a input to dewatering process a real stabilized in the process methane fermentation sludge was used, taken from the Wastewater Treatment Plant Jamno, directly from the pump pipe connecting fermentation tanks with centrifuges.

Constant parameters of centrifugal sedimentation were: rotation time t [min.] (assumed centrifugation time $t = 1$ min.) and rotation speed n [rpm] (assumed $n = 2400$ rpm).

Independent variable process parameters were: dose of flocculant C [kg/Mg of dry mass] and dose of essential oil D [$\text{cm}^3/100 \text{ cm}^3$ of sludge].

Essential oil, which was produced from lemon was dosed to the feed (sewage sludge with flocculant) before dewatering process in four doses: $D_1 = 0 \text{ cm}^3$ of oil/ 100 cm^3 of sludge, $D_2 = 2$ drops of oil = $0.06 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ of sludge, $D_3 = 4$ drops of essential oil = $0.12 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ of sludge and $D_4 = 6$ drops of essential oil = $0.18 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ of sludge and then period of time of essential oil smell lasts in eluate and sludge after centrifugation process was examined.

The study showed that the essential oil of lemon effectively neutralizes odours of sludge and eluate, produced during dewatering of municipal sewage sludge on the laboratory sedimentation centrifuge. With an increasing dose of essential oil of lemon, time of neutralisation of odours after dewatering is increasing, both for the dewatered sludge and eluate. It was also found that essential oils as hydrophobic substances have additional function of coagulants or flocculants, and improve the quality of the mechanical dewatering.