

---

**PRACE**

**Instytutu Ceramiki  
i Materiałów Budowlanych**

---

***Scientific Works***  
of Institute of Ceramics  
and Building Materials

---

**Nr 27**  
(październik–grudzień)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

**Rok IX**

**Warszawa–Opole 2016**

---

JAROSŁAW TREMBACZ\*

KATARZYNA KIPRIAN\*\*

ALFRED NOLEPA\*\*\*

# Analiza możliwości bezpiecznego wykorzystania tłuszczów odpadowych do produkcji biogazu w oczyszczalni ścieków – ocena ryzyka zawodowego

**Słowa kluczowe:** ocena ryzyka zawodowego, odpady tłuszczowe, zasady BHP.

W pracy przedstawiono problemy wynikające z możliwości wykorzystania tłuszczów odpadowych do zwiększenia produkcji biogazu w procesie współfermentacji z osadami ściekowymi. Dlatego też przedstawiono i opisano schemat proponowanej linii technologicznej, określono występujące zagrożenia oraz dokonano oceny ryzyka zawodowego dla obsługi pracującej w otoczeniu obiektów proponowanego układu przetwarzania biomasy na terenie oczyszczalni ścieków.

## 1. Wprowadzenie

W celu poprawy bilansu ekonomicznego działania oczyszczalni ścieków podjęto prace nad możliwością wykorzystania odpadów tłuszczowych do zwiększenia ilości wytwarzanego biogazu. Biogaz ten będzie następnie spalany w kogeneratorach wytwarzających ciepło na potrzeby oczyszczalni oraz energię elektryczną. Nadwyżka tej energii będzie odsprzedawana do sieci publicznej.

Szereg przykładów negatywnego wpływu obecności tłuszczów na działanie linii oczyszczania ścieków przytaczanych jest m.in. w pracach [1–3]. Jednak pomimo zagrożeń i wad ich wykorzystania, należy stwierdzić, że odpady zwierzęce ze

---

\* Dr inż., Politechnika Opolska, jarek.trembacz@wp.pl

\*\* Mgr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych w Opolu, k.kiprian@icimb.pl

\*\*\* Inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych w Opolu, a.nolepa@icimb.pl

względu na zawartą biomasę są potencjalnie dobrym surowcem do wytworzenia biogazu z powodu palnych pierwiastków w ich składzie chemicznym [2].

W uprzednio prowadzonych pracach [3–5] analizowano możliwości wykorzystania odpadów tłuszczowych z zakładów drobiarskich do produkcji biogazu w procesie współfermentacji z osadami ściekowymi na terenie oczyszczalni ścieków. Rozpatrywana linia technologiczna powinna pracować w warunkach zapewniających najwyższe standardy bezpieczeństwa funkcjonowania maszyn i urządzeń oraz zasad BHP dla obsługi, w tym podczas prac w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (Dyrektywy ATEX). Z kolei w pracy [6] dokonano szczegółowej analizy wykorzystania odpadów drobiarskich pod kątem występujących zagadnień prawnych, problemów technicznych oraz ekonomii przedsięwzięcia. W związku z powyższym, dalszym etapem prac jest wykonanie oceny ryzyka zawodowego dla obsługi, która będzie pracować w bezpośrednim otoczeniu proponowanej do wybudowania linii technologicznej na terenie oczyszczalni ścieków.

## 2. Cel pracy

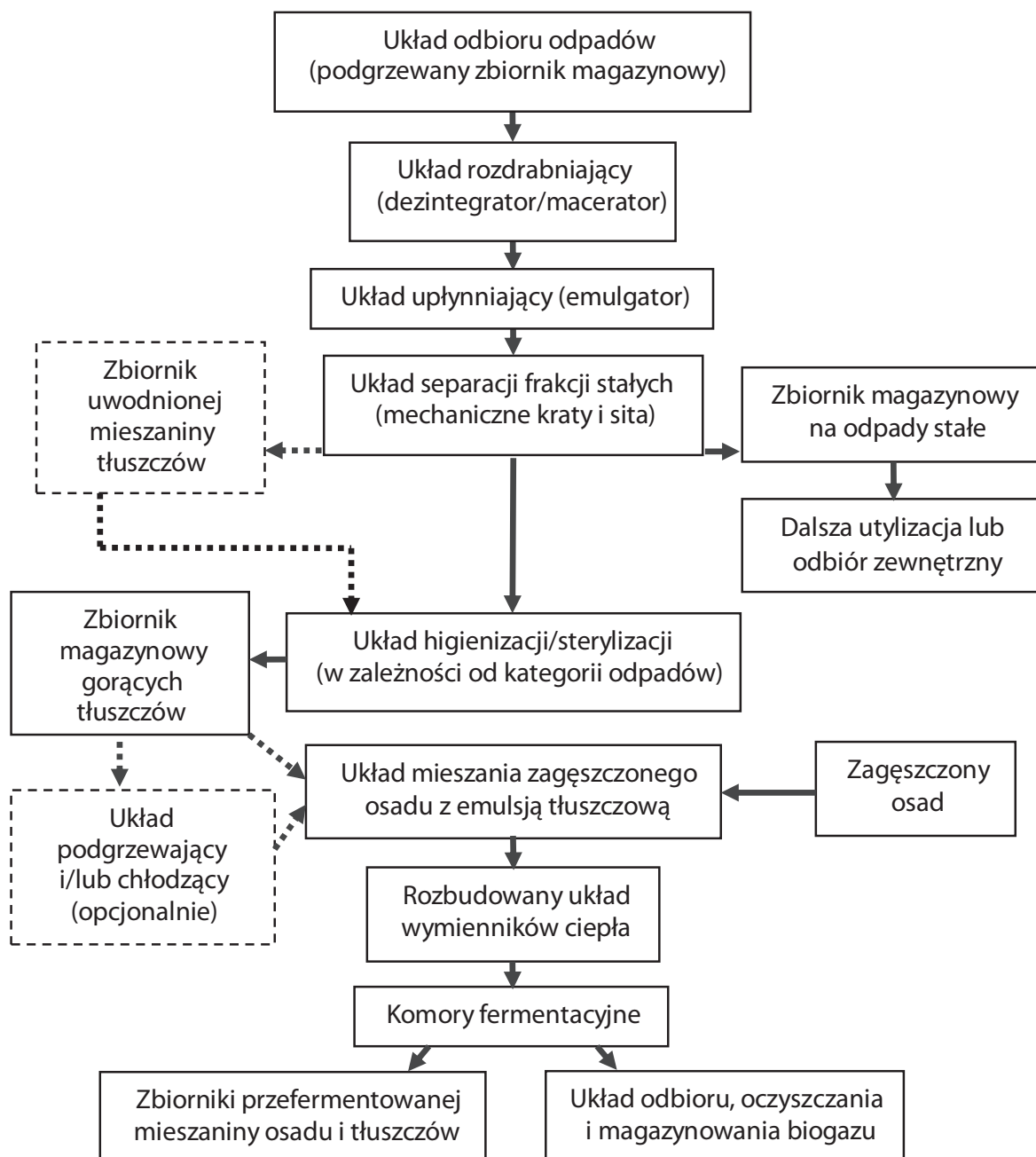
Celem niniejszej pracy jest m.in. określenie prawdopodobieństwa zagrożenia wybuchem dla budowli, w których będzie znajdować się układ technologiczny przetwarzania odpadów tłuszczowych na biogaz wraz z armaturą (zbiorniki magazynowe, komory fermentacyjne i kanały transportowe). Sporządzona została również ocena ryzyka zawodowego dla prac wykonywanych w bezpośrednim otoczeniu wybranych obiektów technologicznych.

## 3. Opis proponowanej linii technologicznej

W pracy [4] przedstawiono schemat układu przygotowania i obróbki odpadów tłuszczowych (ryc. 1).

Przyjęto założenie, że odpady tłuszczowe odbierane z zakładu produkcyjnego będą składowane i przetwarzane na terenie oczyszczalni ścieków. W związku z tym zajdzie konieczność wybudowania nowej hali, w której zostaną one magazynowane, a następnie poddane obróbce mechanicznej i cieplnej. Po wstępnym oczyszczeniu z zanieczyszczeń, będą rozdrabniane i podgrzewane, a następnie higienizowane lub sterylizowane. W kolejnym etapie obróbki odpady tłuszczowe wymiesza się z zagęszczonymi osadami i poda do komór fermentacyjnych, gdzie nastąpi częściowa ich przemiana w biogaz.

Za pomocą linii przerywanych (na ryc. 1) przedstawiono możliwą do wyboru drogę transportu i obróbki odpadów. Przeróbce na biogaz mogą być poddane tylko odpady kategorii II i III. Ze względu na ryzyko zagrożenia związane z przenoszeniem gąbczastego zwyrodnienia mózgu odpady kategorii I mogą być utylizowane tylko i wyłącznie w spalarni [6].



Ryc. 1. Schemat instalacji przygotowania i zgazowania mieszaniny tłuszczów i osadów [4]

Z powodu wydzielania się gazów palnych (metan, wodór i siarkowodór) już od momentu wstępnego magazynowania odpadów, należy uwzględnić w fazie projektowej materiały i konstrukcję urządzeń zgodnie z wymogami stawianymi urządzeniom pracującym w przestrzeniach narażonych na wybuch i pożar.

Istotnymi elementami infrastruktury związanej z przetwarzaniem tłuszczów w procesie współfermentacji z osadami ściekowymi są tzw. wydzielone komory fermentacyjne (WKF) oraz zbiornik magazynowania biogazu.

Wydzielone komory fermentacyjne znacząco skracają czas fermentacji osadu w wyniku ciągłego mieszania objętości mieszaniny osadów i ich podgrzewania (proces ciągły). Dzięki temu następuje intensyfikacja wytwarzania większej ilości biogazu z jednostki masy w przeliczeniu na osad suchy [7]. Obecność wytwarzanego wodoru, siarkowodoru i metanu w komorach fermentacyjnych sprawia, że komory te są obiektami o podwyższonym ryzyku powstania pożaru i wybuchu w ich bezpośrednim otoczeniu. Analogiczne zagrożenie występuje w pobliżu zbiornika magazynowania biogazu. Zbiornik ten służy do przechowywania nadmiaru biogazu wytworzonego w komorach fermentacyjnych.

#### **4. Zagrożenia występujące w otoczeniu komór fermentacyjnych i zbiornika biogazu**

Na terenie oczyszczalni ścieków znajdują się liczne obiekty technologiczne, do których podłączony zostanie dodatkowy układ wstępnego magazynowania i przetwarzania odpadowych tłuszczów zwierzęcych. Aktualnie istnieje dużo zagrożeń wynikających z obecności aparatury procesowej i obiektów, w których prowadzonych jest wiele procesów fizycznych i biologicznych podczas oczyszczania ścieków. W przypadku budowy dodatkowego układu przetwarzania tłuszczów, dojdą kolejne obiekty i kolejne zagrożenia z tym związane [8–9].

Zagrożenia występujące w WKF to przede wszystkim prace niebezpieczne związane z usuwaniem pływającego kożucha tłuszczowego i piany z powierzchni fermentujących ścieków. Ponadto może nastąpić upadek pracownika z wysokości lub jego utonięcie w komorze fermentacyjnej. Może on również ulec zatruciu ze względu na wydzielające się gazy lub odurzeniu nagłym odorem. Obecność gazów palnych grozi pożarem i wybuchem biogazu, co w konsekwencji może skutkować poparzeniem ciała lub śmiercią w wyniku eksplozji. Zagrożenia biologiczne wynikają z obecności wielu groźnych mikroorganizmów w bezpośrednim otoczeniu obiektu.

Aparatura i istniejące układy technologiczne znajdujące się w poszczególnych obiektach oczyszczalni muszą być dostosowane do wymogów bezpieczeństwa zawartych w Dyrektywie ATEX, ze względu na różnorodność odpadów i obecność wytwarzanego biogazu [3–4, 6, 10].

Zagrożenia występujące w otoczeniu zbiornika biogazu to przede wszystkim zapłon i wybuch biogazu, wydostanie się biogazu przez nieszczelności zbiornika i upadek pracownika z wysokości.

Emisja biogazu z układu przetwarzania tłuszczów, komór fermentacyjnych i ze zbiornika biogazu do otoczenia może nastąpić w wyniku powstania nieszczelności w instalacji i awarii pomp lub wymienników ciepła. Prawdopodobieństwo zajścia takiego zdarzenia jest niewielkie, jednak pomimo tego wyznaczono odpowiednie obszary zagrożenia wybuchem [7].

## 5. Ocena i analiza stanowisk pracy narażonych na czynniki niebezpieczne

Substancje i mikroorganizmy niebezpieczne przemieszczają się wraz z wiatrem swobodnie po terenie całej oczyszczalni i poza jej obręb ze względu na występowanie otwartych komór (np. piaskownik, osadniki wstępne i wtórne, komory osadu czynnego, kanały przepływowe, basen tłoczni grawitacyjnej). Dlatego też w zasadzie wszyscy pracownicy oczyszczalni ścieków są narażeni na działanie czynników chemicznych (m.in. metale ciężkie, lotne substancje organiczne, węglowodory aromatyczne) i biologicznych (bakterie, grzyby, wirusy, pierwotniaki i aerozol wodny [9]).

Elektromonter wykonuje przeglądy planowe i doraźne naprawy urządzeń elektrycznych. Zajmuje się również ich konserwacją i utrzymaniem ruchu w stacjach energetycznych na terenie oczyszczalni ścieków. Jego praca jest dynamiczna, głównie w pozycji stojącej, wymaga dużego wysiłku fizycznego. Elektromonter jest zatrudniony na 3 zmiany łącznie z dniami wolnymi i świętami. Pracownik ten jest narażony na działanie: hałasu w zakresie słyszalnym, wibracji i substancji drażniących (czynniki szkodliwe kategorii 1 o pomijalnym ryzyku) oraz na znaczne obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego. Kolejne zagrożenia to pożary i oparzenia, wybuch gazu, porażenie prądem elektrycznym, upadek z wysokości, zatrucia i zagrożenia elementami ruchomymi (czynniki kategorii 2 o niewielkim ryzyku).

Maszynista wykonuje przeglądy planowe i naprawy bieżące pomp, sprężarek, komór fermentacyjnych, zbiorników i pozostałej armatury. Praca wykonywana jest w halach technologicznych i w otoczeniu obiektów technologicznych na zewnątrz. Jest on również zatrudniony na 3 zmiany i głównie pracuje w pozycji stojącej. Pracownik musi mieć wykonywane badania specjalistyczne (psychologiczne i wysokościowe). Czynniki szkodliwe są analogiczne jak w odniesieniu do pracy elektromontera.

## 6. Ocena zagrożenia pożarem i wybuchem w zbiornikach biogazu oraz w komorach fermentacyjnych

W pracy [7] przedstawiono szczegółowe karty oceny ryzyka dla pracowników obsługujących obiekty oczyszczalni ścieków, które są zagrożone pożarem i wybuchem.

Ocenę ryzyka wystąpienia wybuchu oszacowano za pomocą metody PHA (metoda wstępnej analizy zagrożeń – jakościowe oszacowanie ryzyka). Umożliwia ona wykonanie jakościowego oszacowania ryzyka. Wykorzystuje się w niej dwa

parametry: S – wielkość (stopień) ewentualnej szkody i P – prawdopodobieństwo jej wystąpienia, gdzie poziom ryzyka R oblicza się według następującej zależności:

$$R = S \cdot P$$

Współczynniki te przyjmują wartości od 1 do 10. W oparciu o wartości obu współczynników obliczane jest ryzyko w trzech następujących poziomach [11]: (R = 1–3) – ryzyko akceptowalne, (R = 4–9) – ryzyko dopuszczalne i R > 10 – ryzyko niedopuszczalne.

Wielkość szkody (S) przyjmuje następujące wartości:

- kategoria 1 – pomijalna, szkoda niewielka, znikome urazy, szkody nieznaczne,
- kategoria 2 – mała, lekkie obrażenia, szkody wymierne,
- kategoria 3 – średnia, ciężkie obrażenia, szkody znaczne,
- kategoria 4 – duża, wypadek śmiertelny jednej osoby, szkody ciężkie,
- kategoria 5 – bardzo duża, wypadek śmiertelny zbiorowy, bardzo ciężkie szkody na terenie przedsiębiorstwa,
- kategoria 6 – katastrofalna, wypadek śmiertelny zbiorowy, bardzo ciężkie szkody poza terenem przedsiębiorstwa.

Prawdopodobieństwo powstania szkody (P) przyjmuje następujące wartości:

- prawie niemożliwe,
- bardzo rzadkie,
- sporadyczne, szkoda może się wydarzyć raz w roku,
- możliwe, szkoda może się wydarzyć raz w miesiącu,
- częste, szkoda może się wydarzyć raz na tydzień,
- bardzo częste (bardzo prawdopodobne).

W rozważaniach dotyczących oceny zagrożenia pożarem i wybuchem na terenie instalacji wspólnego przetwarzania tłuszczów odpadowych i osadów założono, że pracownicy są bardzo dobrze przeszkoleni w zakresie BHP oraz stosowane są najnowsze technologie w zakresie wykrywania i ograniczania skutków powstałych zdarzeń niebezpiecznych dla komór fermentacyjnych i zbiornika biogazu (zgodne z wymogami Dyrektywy ATEX). Dlatego też dla komór fermentacyjnych i zbiornika biogazu oszacowano kategorię szkód (parametr S) jako kategoria 1 (bardzo drobne urazy pracowników przy minimalnych stratach materialnych). Dla wspomnianych obiektów prawdopodobieństwo powstania szkód P oszacowano jako zdarzenie prawie niemożliwe (częstość skutków na poziomie  $10^{-5}$ – $10^{-6} \cdot 1/\text{rok}$ ).

W tabeli 1 przedstawiono matrycę ryzyka powstania wybuchu w oparciu o analizę częstości skutków dla komór fermentacyjnych, a w tabeli 2 dla zbiornika biogazu w zakresie od kategorii 1 do 6. Dla obu obiektów uzyskano podobne wartości stopnia ryzyka R. W odniesieniu do częstości zdarzeń (1/rok) dla kategorii 3 oszacowano ryzyko powstania pożaru i wybuchu jako akceptowalne i niewymagające wprowadzenia żadnych zmian.

Tabela 1

Matryca ryzyka wystąpienia wybuchu dla komór fermentacyjnych [12]

Częstość skutków P	Kategorie skutków S					
	kat. 1 pomijalne	kat. 2 małe	kat. 3 średnie	kat. 4 duże	kat. 5 bardzo duże	kat. 6 katastroficzne
$10^0$ - $10^{-1}$ b. częste	TNA	TNA	NA	NA	NA	NA
$10^{-1}$ - $10^{-2}$ częste	TA	TNA	TNA	NA	NA	NA
$10^{-2}$ - $10^{-3}$ możliwe	TA	TA	TNA	TNA	NA	NA
$10^{-3}$ - $10^{-4}$ sporadyczne	A	TA	TA	TNA	TNA	TNA
$10^{-4}$ - $10^{-5}$ b. rzadkie	A	A	TA	TA	TNA	TNA
$10^{-5}$ - $10^{-6}$ prawie niemożliwe	A	A	A	TA	TA	TA

obszar A – ryzyko jest akceptowalne i nie są wymagane dalsze działania w celu jego poprawy (poziom R = 1–2);

obszar TA – ryzyko jest akceptowalne, należy przyjąć zasadę ALARP (*As Low as Reasonably Practicable* – tak niskie, jak jest rozsądnie wykonane) (poziom R = 3);

obszar TNA – ryzyko jest tolerowane, nieakceptowalne i wymaga podjęcia działań w najbliższym czasie w celu zmniejszenia powstania zdarzenia niekorzystnego (poziom R = 4–9);

obszar NA – ryzyko jest nieakceptowalne i wymaga podjęcia natychmiastowych działań w celu zmniejszenia powstania zdarzenia niekorzystnego (poziom R > 10).

Wyniki przeprowadzonej analizy ryzyka dla komór fermentacyjnych wykazują, że jest prawie niemożliwe otwarcie komory fermentacyjnej, rozszczelnienie komory, połączeń kołnierzowych i przelewów oraz włączów do komory prowadzące do powstania mieszaniny wybuchowej powietrza i biogazu (częstość skutków P, kategoria skutków S – kategoria 1 i ocena ryzyka – A). Z kolei wyniki przeprowadzonej analizy ryzyka od źródeł zapłonu dla komór fermentacyjnych wykazują, że jest prawie niemożliwy zapłon mieszaniny gazów w wyniku wyładowania statycznego i atmosferycznego, iskry wytworzonej mechanicznie, czy też w wyniku spięcia w urządzeniu elektrycznym (częstość skutków P, kategoria skutków S – kategoria 1 i ocena ryzyka – A). Wynika to z faktu, że podczas normalnej pracy komór fermentacyjnych nie występuje atmosfera wybuchowa, tylko metanowa (bez dostępu powietrza), gdyż nie ma potrzeby wietrzenia ich wnętrza.



Dla zbiornika biogazu kategorię szkód wyznaczono jako kategorię 1 dla prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia w ciągu roku. W tym przypadku ewentualne straty majątkowe określono jako minimalne, a pracownicy są narażeni na powstanie znikomych urazów. Najlepszy wynik to wydarzenie prawie niemożliwe (wartości  $10^{-5}$ – $10^{-6}$  w ciągu roku, zob. tab. 2).

Tabela 2

Matryca ryzyka wystąpienia wybuchu dla zbiornika biogazu [12]

Częstość skutków P	Kategorie skutków S					
	kat. 1 pomijalne	kat. 2 małe	kat. 3 średnie	kat. 4 duże	kat. 5 bardzo duże	kat. 6 katastroficzne
$10^0$ - $10^{-1}$ b. częste	TNA	TNA	NA	NA	NA	NA
$10^{-1}$ - $10^{-2}$ częste	TA	TNA	TNA	NA	NA	NA
$10^{-2}$ - $10^{-3}$ możliwe	TA	TA	TNA	TNA	NA	NA
$10^{-3}$ - $10^{-4}$ sporadyczne	A	TA	TA	TNA	TNA	TNA
$10^{-4}$ - $10^{-5}$ b. rzadkie	A	A	TA	TA	TNA	TNA
$10^{-5}$ - $10^{-6}$ prawie niemożliwe	A	A	A	TA	TA	TA

obszar A – ryzyko jest akceptowalne i nie są wymagane dalsze działania w celu jego poprawy (poziom R = 1–2);

obszar TA – ryzyko jest akceptowalne, należy przyjąć zasadę ALARP (*As Low as Reasonably Practicable* – tak niskie, jak jest rozsądnie wykonane) (poziom R = 3);

obszar TNA – ryzyko jest tolerowane, nieakceptowalne i wymaga podjęcia działań w najbliższym czasie w celu zmniejszenia powstania zdarzenia niekorzystnego (poziom R = 4–9);

obszar NA – ryzyko jest nieakceptowalne i wymaga podjęcia natychmiastowych działań w celu zmniejszenia powstania zdarzenia niekorzystnego (poziom R > 10).

Wyniki przeprowadzonej analizy ryzyka dla zbiornika biogazu wykazują, że jest prawie niemożliwe przepelnienie zbiornika i jego rozszczelnienie prowadzące do powstania mieszaniny wybuchowej powietrza i biogazu (częstość skutków P, kategoria skutków S – kategoria 1 i ocena ryzyka – A). Uzyskane wyniki przeprowadzonej analizy ryzyka od źródeł zapłonu dla zbiornika biogazu są analogiczne jak dla komór fermentacyjnych.

Zarówno dla zbiornika biogazu, jak i dla komór fermentacyjnych oszacowano ryzyko wystąpienia pożaru i wybuchu na poziomie akceptowalnym. Nie zachodzi zatem konieczność podejmowania dodatkowych środków bezpieczeństwa, by obniżyć prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia niebezpiecznego. Wynika to m.in. z faktu, że komory fermentacyjne i zbiornik biogazu to wolnostojące

obiekty, znajdujące się na otwartej przestrzeni o średnim stopniu wentylacji i dostatecznej dyspozycyjności.

## 7. Podsumowanie

Obecność tłuszczów zwierzęcych w ściekach ma negatywny wpływ na proces ich oczyszczania, ale ze względu na zawartą w nich biomasę są one dobrym surowcem do wytwarzania biogazu.

Stan techniki w zakresie beztlenowego przetwarzania odpadów biodegradowalnych pozwala na bezpieczne dla środowiska ich przetworzenie w celu uzyskania biogazu. Biorąc powyższe pod uwagę, zaproponowano instalację umożliwiającą beztlenowe przetwarzanie osadów ściekowych zmieszanych z odpadami tłuszczowymi.

Wykonane analizy zagrożeń występujących na istniejących obiektach oraz dla proponowanej instalacji kofermentacji tłuszczów z osadami wskazują, że nie są one najistotniejszym kryterium do wybudowania tej instalacji\*.

## Literatura

[1] *Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków*, red. Z. Dybaszewski, J. Oleszkiewicz, M. Sozański, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział w Poznaniu, Poznań 1997.

[2] Montusiewicz A., *Współfermentacja osadów ściekowych i wybranych kosubstratów jako metoda efektywnej biometalizacji*, Polska Akademia Nauk, Komitet Inżynierii Środowiska, Lublin 2012.

[3] Trembacz J., Moryń S., Królczyk G., *Analysis of options for safe use of waste fats for production of biogas in wastewater treatment plant, Part 1: Description of material*, [w:] *Manufacturing processes: actual problems 2013*, Vol. 3: *Safety engineering in manufacturing processes/Inżynieria bezpieczeństwa w procesach wytwórczych*, ed. M. Gajek, O. Hachkevych, A. Stanik-Besler, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole 2013, s. 19–28.

[4] Trembacz J., Moryń S., *Analiza możliwości bezpiecznego wykorzystania tłuszczów odpadowych do produkcji biogazu w oczyszczalni ścieków*, cz. 2: *Przepisy i inwestycje*, [w:] *Safety engineering in manufacturing processes/Inżynieria bezpieczeństwa w procesach wytwórczych*, red. M. Gajek, O. Hachkevych, A. Stanik-Besler, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole 2014, s. 143–153.

[5] Trembacz J., Wołczański T., *Warunki bezpiecznego wykorzystania biomasy do intensyfikacji produkcji biogazu w oczyszczalni ścieków*, [w:] *II Międzynarodowa Konferencja Naukowa: Inżynieria bezpieczeństwa a zagrożenia cywilizacyjne – wyzwania dla bezpieczeństwa*, red. A. Gil, U. Nowacka, M. Chmiel, Centralna Szkoła Państwowej Straży Pożarnej w Częstochowie, Częstochowa 2013.

[6] Trembacz J., Moryń S., *Analiza możliwości bezpiecznego wykorzystania tłuszczów odpadowych do produkcji biogazu w oczyszczalni ścieków*, cz. 3: *Analiza*, [w:] *Safety engineering in manufacturing processes/Inżynieria bezpieczeństwa w procesach wytwórczych*, red. M. Gajek,

\* Praca została sfinansowana ze środków własnych autorów.

O. Hachkevych, A. Stanik-Besler, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole 2014, s. 155–164.

[7] Trembacz J., Czernek S., Hazards Turing work and operations of machinery for processing biomass in sewage treatment plants, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole 2016 [w druku].

[8] Trembacz J., Kaczmarek P., Processes and hazardous jobs in a sewage treatment plant, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole 2016 [w druku].

[9] Cyprowski M., Krajewski J., *Czynniki szkodliwe dla zdrowia występujące w oczyszczalni ścieków komunalnych*, „Medycyna Pracy” 2003, nr 1, s. 73–80, [http://www.imp.lodz.pl/upload/kasia/czy\\_szkod\\_kom.pdf](http://www.imp.lodz.pl/upload/kasia/czy_szkod_kom.pdf) (10.10.2016).

[10] Sudak M., Technologiczne, prawne i ekonomiczne aspekty kofermentacji osadów komunalnych z tłuszczami odpadowymi na podstawie doświadczeń oczyszczalni ścieków w Brzegu – intensyfikacja produkcji biogazu jako cel strategiczny działań służb eksploatacyjnych, Zakopane 2010, maszynopis w posiadaniu autorów.

[11] Krótka charakterystyka wybranych metod oceny ryzyka, [www.pip.gov.pl/pl/bhp/ocena-ryzyka-zawodowego/](http://www.pip.gov.pl/pl/bhp/ocena-ryzyka-zawodowego/) (10.10. 2016).

[12] Czernek S., Zagrożenia podczas pracy obsługi urządzeń podczas przetwarzania biomasy w oczyszczalni ścieków, Politechnika Opolska, Opole 2015, praca dyplomowa.

JAROSŁAW TREMBACZ  
KATARZYNA KIPRIAN  
ALFRED NOLEPA

ANALYSIS OF OPTIONS FOR SAFE USE OF WASTE FATS  
FOR PRODUCTION OF BIOGAS IN WASTEWATER TREATMENT  
PLANT – RISK ASSESSMENT

**Keywords:** risk assessment, waste fats, the principles of safety and health at work.

The paper presents problems resulting from the possibility of using waste fat to increase the production of biogas in the process co-fermentation sewage sludge. Therefore, we are shown and described diagram of the proposed line, identified common threat and risk assessment of training for staff working in the environment of the objects of the proposed conversion of biomass in the sewage treatment plant.