

doc. dr hab. ZBIGNIEW MAKLES  
dr inż. WOJCIECH DOMAŃSKI  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

# Zagrożenia chemiczne i biologiczne – sortowanie odpadów komunalnych (1)



Fot.: John Nyberg/Stock.XCHNG

W artykule przedstawiono ogólne informacje o zagrożeniach powstających podczas sortowania i segregacji odpadów komunalnych celem dalszego ich wykorzystania lub unieszkodliwienia. Prace w tym zakresie są niebezpieczne dla ludzi, bowiem odpady komunalne generują zagrożenia chemiczne w postaci toksycznych gazów i pyłów oraz zagrożenia biologiczne będące źródłem chorobotwórczych mikroorganizmów.

## Chemical and biological hazards. Sorting municipal waste (1)

The article presents general information on ways of preventing excessive accumulation of municipal waste at dumps; they consists in sorting the fraction of useful and dangerous waste for their further use or neutralization. This kind of work is dangerous because municipal waste generates chemical, physical and biological hazards in the form of toxic gases, injuries and pathogenic microorganisms.

## Wprowadzenie

Jednym z problemów współczesnych społeczeństw są odpady, których wytwarza się rocznie kilka miliardów ton. Ciągły wzrost ilości różnego rodzaju odpadów i ich negatywny wpływ na środowisko naturalne zmusił społeczeństwa borykające się z tym problemem do podjęcia działań zmierzających do ograniczenia tego przyrostu oraz opracowania metod wykorzystania odpadów.

Odpady oznaczają każdą substancję lub przedmiot należący do jednej z kategorii, określonych w Katalogu Odpadów, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do ich pozbycia się jest zobowiązany.

W krajach Unii Europejskiej opracowano i wdrożono dyrektywę 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów [1]. Zapisy dyrektywy zostały wprowadzone do prawa polskiego następującymi aktami: ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach [2], ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska [3], rozporządzeniem ministra środowiska z 27 września 2001 r. w sprawie Katalogu Odpadów [4], uchwałą Rady Ministrów z 29 października 2002 r. dotyczącą Krajowego Planu Gospodarki Odpadami [5], rozporządzeniem ministra środowiska z 29 maja 2003 r. w sprawie rocznych poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych i użytkowych [6].

Przyjęte prawo pozwoliło na wytyczenie strategii postępowania w obszarze gospodarki odpadami na lata 2005-2020. Podjęte działania zmierzają m.in. do wydzielenia z odpadów komunalnych odpadów niebezpiecznych i ich unieszkodliwienia oraz redukcji odpadów organicznych w ogólnej masie odpadów komunalnych kierowanych na wysypiska. Zakłada się ograniczenie ilości tych odpadów w masie odpadów komunalnych w odniesieniu do stanu z 1995 r. do poziomu 75% – w 2010 r., 50% – w 2013 r., 35% – w 2020 r.

Odpady komunalne to odpady powstające w gospodarstwach domowych, a także niezawierające odpadów niebezpiecznych pochodzących od innych wytwórców odpadów, które ze względu na swój charakter lub skład są podobne do odpadów powstających w gospodarstwach domowych.

Odpady komunalne zakwalifikowane są w Katalogu Odpadów do grupy 20 „Odpady komunalne wraz z frakcjami gromadzonymi selektywnie”, w której wyróżniono 3 podgrupy:

- **20 01:** „Odpady komunalne segregowane i gromadzone selektywnie (z wyłączeniem podgrupy 15 01)” – zawiera 37 rodzajów odpadów

- **20 02:** „Odpady z ogrodów i parków (w tym z cmentarzy)” – zawiera 3 rodzaje odpadów
- **20 03:** „Inne odpady komunalne” – zawiera 7 rodzajów odpadów.

Do odpadów komunalnych zaliczane są odpady powstające w gospodarstwach domowych, odpady z rzemiosła i handlu o właściwościach odpadów z gospodarstw domowych, z ogrodów i parków, placów targowych, ulic, budownictwa, odpady wielkogabarytowe, osady ściekowe, szlasy fekalne, pozostałości powstające w trakcie procesów oczyszczania ścieków i uzdatniania wody. Grupa 20 nie obejmuje odpadów powstających w gospodarstwach domowych i przedsiębiorstwach zawierających substancje niebezpieczne.

W Polsce odpady komunalne stanowią 15% wszystkich odpadów. Statystyczny mieszkaniec jest wytwórcą 320 kg odpadów komunalnych w roku, co w skali całego kraju daje ok. 12,5 mln Mg (ton) odpadów komunalnych stałych. Głównymi „producentami” tej kategorii odpadów są mieszkańcy miast i wsi, partycypujący odpowiednio w 76% i 24% ogólnej masy, z czego około 80% odpadów komunalnych pochodzi z gospodarstw domowych, gastronomii i handlu. W tabeli 1. przedstawiono liczbowe wartości zebranych odpadów [7].

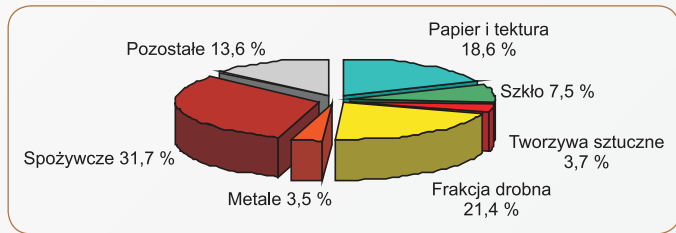
Morfologia odpadów bytowych jest zróżnicowana w zależności od źródła pochodzenia, przy czym odpady miejskie są bogate w materiały opakowaniowe wykonane z surowców naturalnych i syntetycznych (tektura, papier, drewno, szkło, puszki z żelaza i aluminium, tworzywa sztuczne, tekstylia i in.), ścieki komunalne oraz surowce obojętne (gruz budowlany, metale żelazne, tworzywa konstrukcyjne). Odpady wiejskie charakteryzują się dużą masą materiałów organicznych (przetworzonych i świeżych), płynów i szlamów fekalnych, nawozów sztucznych, środków ochrony roślin, a także nieorganicznych odpadów glebowych i ziemnych (kamienie). Odpady komunalne można klasyfikować na różne sposoby, np. odpady o konsystencji stałej lub ciekłej, ulegające biodegradacji i odpady niebiodegradowalne. Na rys. 1. przedstawiono klasyfikację stałych odpadów komunalnych ze względu na ich wykorzystanie.

Prawo unijne zaleca członkom Wspólnoty wprowadzenie racjonalnej zhierarchizowanej gospodarki odpadami, ilustrowanej piramidą sposobów zagospodarowania odpadów (rys. 2.). Wynika z niej, że

Tabela 1. Odpady komunalne zebrane w Polsce w latach 2000-2007 (dane szacunkowe) [7]  
Table 1. Municipal waste collected in Poland in 2000-2007 (an estimate) [7]

Pochodzenie odpadu	Lata			
	2000	2005	2006	2007
<b>Odpady komunalne stałe zebrane [mln Mg]</b>	<b>12226</b>	<b>9352</b>	<b>9877</b>	<b>10083</b>
- z gospodarstw domowych	8480	8493	6886	7040
- z sektora publicznego	7008	4147	4372	4348
- z jednostek samorządowych	6310	3769	4000	3987
- zebrane selektywnie	13	295	403	513
- wysegregowane z odpadów zmieszanych	-	71	144	153
<b>Nieczystości ciekłe wywiezione [dam<sup>3</sup>]*</b>	<b>13606</b>	<b>18218</b>	<b>18573</b>	<b>19622</b>
- z gospodarstw domowych	8899	10615	11087	11754
- z sektora publicznego	7330	6588	6819	6988
- z jednostek samorządowych	7164	6354	6575	6737

\*dekametr sześcienny (1 dam<sup>3</sup> = 1000 m<sup>3</sup>)

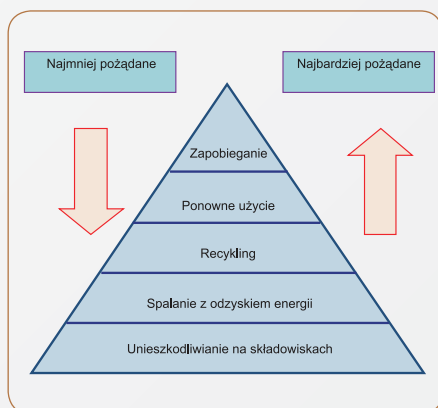


Rys. 1. Procentowy udział materiałów do odzysku w stałych odpadach komunalnych [4]  
Fig. 1. The percentage of materials to salvage in solid municipal waste [4]

odpady komunalne przed zdeponowaniem na składowiskach powinny podlegać frakcjonowanemu sortowaniu lub segregowaniu na odpady ulegające przemianom biologicznym (np. kompostowanie, fermentacja metanowa) i fizycznym lub chemicznym (spalanie, termiczna destrukcja, recykling), czyli procesom wydzielenia z ogólnej masy muszą podlegać części odpadów podatne na biodegradację i przekształcenia fizykochemiczne.

Fermentacja metanowa jest beztlenowym rozkładem substancji organicznych przy udziale bakterii do ditlenku węgla i metanu.

Recykling to proces polegający na powtórnym przetworzeniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu odzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub innym, w tym recykling organiczny, z wyjątkiem odzysku energii.



Rys. 2. Piramida sposobów gospodarowania odpadami (hierarchizacja postępowania z odpadami)  
Fig. 2. The pyramid of ways of managing waste (the hierarchy of dealing with waste)

Tabela 2. Znaczenie kodów barwnych pojemników dla segregowanych odpadów komunalnych

Table 2. The meaning of colour codes of containers for sorting municipal waste

Zbieraj	Barwa pojemnika	Nie wrzucaj
Tylko: butelki z tworzywa PET po napojach, szamponach, jogurtach itp.		Innych odpadków z tworzyw sztucznych, szkła, opakowań aluminiowych
Tylko: butelki, słoiki, inne kolorowe opakowania szklane – bez zamknięć i nakrętek		Termometrów, strzykawek, szkła okiennego, opakowań po lekarstwach, żarówek, świetlówek, szkła kryształowego, ceramiki, porcelany
Tylko: opakowania szklane bezbarwne, butelki ze szkła białego, słoiki – bez zamknięć i nakrętek		Opakowań po lekarstwach, termometrów, strzykawek, szkła okiennego
Tylko: puszki aluminiowe po napojach, warzywach, folię aluminiową, drobny złom, puszki z blachy stalowej, kapsle z butelek		Opakowań po aerozolach, puszek po lakierach, farbach i oleju, baterii
Tylko: makulaturę, tj. gazety, czasopisma, prospekty, worki papierowe, katalogi, zużyte zeszyty, książki, koperty		Papieru zabrudzonego i zatłuszczonego, opakowań, które oprócz papieru zawierają inne materiały, np. tworzywa sztuczne, folie metalowe

### Zbieranie użytecznych odpadów komunalnych w Polsce

W kraju realizowane są dwa sposoby rozdziału odpadów komunalnych – na odpady użyteczne i odpady przeznaczone na wysypiska. Ten podział może być realizowany na drodze sortowania lub segregacji.

### Segregacja i sortowanie odpadów

Segregowanie odpadów jest czynnością wykonywaną przez ich wytwórców, gromadzących i zbierających odpady, którzy jednocześnie dokonują ich podziału (segregacji) w zależności od rodzaju, własności, przeznaczenia, np.: odpady szklane, odpady z tworzyw sztucznych, papier i tektura, odpady organiczne. Sortowanie jest procesem, w którym ich wytwórcy gromadzą lub zbierają odpady w jednym przeznaczonym do tego celu miejscu niezależnie od rodzaju i sposobu ich wykorzystania. Wydzielenie z ogólnej masy śmieci poszczególnych rodzajów odpadów (makulatury, tkanin, tworzyw sztucznych, masy kompostowej itp.) następuje w sortowniach. W krajach o wysokiej kulturze gospodarki odpadami odpady komunalne są segregowane (czyli sortowane bezpośrednio przez ich wytwórców, rozdzielane „u źródła” ich powstawania).

Ułatwieniem w zbieraniu odpadów i ich segregowaniu jest przyjęty system znakowania pojemników w postaci opisowej i barwnych kodów, do których odkładane są odpady już posegregowane w poszczególnych gospodarstwach domowych, biurach, punktach handlowych, gastronomicznych i in. (tabela 2.).

System sortowania i segregacji odpadów posiada wiele zalet, w tym między innymi:

- ogranicza masę odprowadzanych na składowiska odpadów i wydłuża o ponad 50% czas eksploatacji składowisk
- zmniejsza szkodliwość i toksyczność odpadów odprowadzanych na składowiska przez eliminację

odpadów organicznych oraz odpadów niebezpiecznych

- pozwala pozyskiwać surowce wtórne i ich wykorzystanie do procesów wytwórczych przy znacznym obniżeniu nakładów surowcowych i energetycznych
- podwyższa stan bezpieczeństwa zdrowotnego populacji i czystości środowiska
- eliminuje lub obniża procesy degradacyjne środowiska naturalnego.

### Zagrożenia podczas sortowania i segregacji odpadów komunalnych

Nieselegowane odpady komunalne oraz frakcja organiczna segregowanych i sortowanych odpadów stanowią poważne źródło zagrożeń spowodowanych czynnikami chemicznymi i biologicznymi. Poziom rozkładu odpadów komunalnych w obu przypadkach wydaje się być jednakowy, choć trzeba podkreślić, że w niesortowanych odpadach komunalnych i pozostałościach po sortowaniu poważną objętość odpadów stanowi czynna masa biologiczna, która może być źródłem chorobotwórczych bakterii, toksycznych i alergicznych pleśni.

Natomiast zagrożenie czynnikami chemicznymi jest zdecydowanie większe w przypadku nieselegowanych odpadów. Jest to spowodowane występowaniem w odpadach związków chemicznych, takich jak przepracowane płyny technologiczne, oleje, kwasy, ługi, farby, toksyczne metale itd. Niewłaściwe obchodzenie się z tego rodzaju odpadami może być przyczyną poparzeń, zatruc i alergii.

### Zagrożenia chemiczne

Sortownie i składowiska odpadów komunalnych są źródłem odorów (złownych substancji, smrodliwych gazów) będących związkami chemicznych pierwiastków osmoforowych – azotu, siarki, tlenu i in. Procesy rozkładu organicznej masy odpadów zachodzące pod wpływem mikroorganizmów grzybowych i bakteryjnych przebiegają w kilku fa-

zach, zależnych od parametrów fizykochemicznych środowiska (pH, wilgotność, temperatura, stężenie tlenu), sprzyjających rozmnażaniu się mikroorganizmów aerobowych i anaerobowych. Przemiany bez-tlenowe zachodzące w całej objętości organicznych odpadów są źródłem powstawania toksycznych i smrodliwych lotnych substancji chemicznych. Gazy złowne wydzielające się z pojemników na odpady, w sortowniach oraz na wysypiskach mogą zawierać takie substancje jak: mono-, di-, i trimetyloaminy oraz ich etylowe analogi, siarkowodór, metano-, etano- i butanotiole, niższe kwasy organiczne – mrówkowy, octowy i propionowy, niższe alkohole – metanol, etanol, n-butanol. Uciążliwość odorów i szkodliwość wymienionych związków jest różna. Najbardziej toksyczne i nieprzyjemne zapachowo są siarkowodór, alkilotiole i lotne kwasy tłuszczowe.

W ściekach komunalnych i szlamach ściekowych występują podobne substancje złowne, jak w gazie wysypiskowym, bowiem procesy gnilne przebiegające w tych środowiskach są zbliżone. Możliwość dotleniania ścieków przez aerację (napowietrzanie) jest czynnikiem, który z jednej strony hamuje procesy bez-tlenowej degradacji, z drugiej strony powoduje intensyfikację wydzielania się złownych gazów do powietrza. Występują wśród nich takie substancje, jak siarkowodór, alkilotiole, sulfidy, disulfidy alkilowe, amoniak, aminy, indol, aldehydy i ketony, kwasy tłuszczowe. W tabeli 3. przedstawiono wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) oraz wartości progów wyczuwalności węchowej ( $S_{pww}$ ) substancji złownych.

**Toksyczne oddziaływanie lotnych substancji chemicznych występujących w odpadach [8, 9]**

Gazy złowne występują w każdym środowisku pracy, tworząc w nim swoistą mozaikę

związków chemicznych. W przypadku składowisk i sortowni odpadów komunalnych ich skład może zawierać różne związki.

W grupie związków azotowych znajdują się aminy alifatyczne – mono-, di- i trialkiloaminy, aminoalkohole oraz aminy aromatyczne. Niższe aminy alifatyczne, takie jak metylo- i etyloamina, oddziałują słabo na organizm człowieka. Wraz ze wzrostem masy molowej i liczby grup aminowych wzrasta działanie toksyczne, przy czym skierowane jest ono na centralny układ nerwowy. Niektóre z nich wykazują działanie drażniące. W organizmie aminy alifatyczne podlegają biotransformacji do amoniaku, co zwiększa toksyczne działanie pod postacią wtórnego efektu neurotoksycznego.

Pochodne siarkowe – tiole, aminotiole, sulfidy oraz siarkowodór wchłaniają się przez płuca, słabiej przez skórę; są wydalane w niezmienionej formie przy oddychaniu oraz wraz z moczem po transformacji do siarczanów. W małych stężeniach wykazują odrażający zapach, w wyniku czego powodują występowanie nudności oraz bóle głowy – przy wyższych stężeniach wywołują wymioty, biegunkę, białkomocz oraz pojawienie się krwi w moczu. Często pochodne siarkowe, np. siarkowodór, powodują podrażnienie dróg oddechowych i oczu, wywołują śpiączkę połączoną z drgawkami, zwężenie źrenic, światłowstręt, sinicę, utratę świadomości. W dalszej kolejności porażają układ nerwowy, wywołując drgawkę, a nawet zgon na skutek porażenia ośrodka oddechowego, uszkadzają komórki nerwowe oraz układ krwiotwórczy.

Tlenowe pochodne, w tym niższe kwasy alifatyczne, alkohole, aldehydy są lotnymi cieczami o ostrym zapachu. Kwasy o średniej wielkości cząsteczki tworzą oleiste ciecze o przykryj woni, są aktywnymi chemicznie związkami rozpowszechn-

nionymi w przyrodzie (mrówki, pokrzywy). Działają drażniąco na śluzówkę oka, skórę oraz drogi oddechowe, wywołują oparzenia skóry i błon śluzowych. Wdychanie par wywołuje kaszel, duszności, wymioty i biegunkę.

**Zagrożenia biologiczne**

Obecność w odpadach komunalnych substancji organicznych złożonych z reszkowych produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego i roślinnego, fekalii, podłoża mineralnego oraz innych składników tworzy dobre warunki do rozmnażania się bakterii i grzybów oraz pasożytów. Te patogeny występują zarówno w odpadach stałych i ciekłych, jak i w powietrzu nad składowisk odpadów, w oczyszczalniach ścieków, kompostowniach, a także w sortowniach odpadów komunalnych itp. Obecność bakterii i zarodków grzybów wykrywano w powietrzu wiele kilometrów od źródła, którym było wysypisko śmieci. Niektóre z nich mogą być wyjątkowo niebezpieczne dla zdrowia i stanowią przyczynę zachorowań zatrudnionych ludzi zajmujących się zagospodarowaniem odpadów komunalnych, a także okolicznych mieszkańców. Niektóre patogeny występujące na wysypiskach, w sortowniach odpadów oraz oczyszczalniach ścieków komunalnych przedstawiono w tabeli 4.

**Toksyczne oddziaływanie czynników biologicznych występujących w odpadach komunalnych**

Wśród czynników biologicznych obecnych na wysypiskach odpadów, w sortowniach śmieci, kompostowniach, oczyszczalniach ścieków występują mikro- i makroorganizmy oraz ich metabolity oddziałujące negatywnie na ustrój człowieka w okresie jego działalności zawodowej i pozazawodowej, wywołujące groźne choroby zakaźne i inwazyjne, alergie, zatrucia, choroby nowotworowe itp.

Wymienione zagrożenia, w tym alergizujące, stwarzają grzyby pleśniowe z gatunków *aspergillus* (np. kropidlak popielaty), *candida* (np. bielnik biały), *alternaria* i in. wnikające do organizmu przez drogi oddechowe wraz z powietrzem zakażonym ich sporam. Grzyby gatunku *mycetoma* wywołują natomiast chorobę zakaźną skóry i tkanki podskórnej, zwaną grzybicą madurską (stopą madurską, maduromykozą), przebiegającą niekiedy z zajęciem mięśni, kości i narządów, wywoływaną przez inne grzyby z gatunku *actinomycetoma* i *eumycetoma* (promieniowce i grzyby prawdziwe).

Z bakterii wyjątkowo niebezpieczne są laseczki zgorzeli gazowej (*Clostridium perfringenes*), laseczki tężca (*Clostridium tetani*), pałeczki duru brzuszego (*Salmonella typhi*), pałeczki czerwonki (*Shigella dysenteriae*), paciorkowiec kałowy (*Enterococcus faecalis*). Są one nosicielami ostrych chorób zakaźnych, epidemiologicznych, przenoszonych przez ludzi i owady. Bakterie te występują w miejscach bytowania i pracy ludzi, w których poziom sanitarny jest bardzo niski. Dostają się do organizmu wraz z zakażonym pożywieniem, napojami, podczas pracy z odpadami komunalnymi, kompostem, ściekami, i wszędzie tam, gdzie nie są zapewnione adekwatne do zagrożeń warunki higieniczne i bezpieczeństwo pracy. Takie zagrożenia mogą występować w sortowniach i segregatorniach odpadów, a więc dotyczyć pracowników zatrudnio-

Tabela 3. Substancje złowne, ich NDS oraz progi  $S_{pww}$  [8-10]

Table 3. Malodorous substances, their TLVs as well as thresholds of olfactory perceptibility [8-10]

Substancja (jej nazwy)	NDS		Zapach
		$S_{pww}$ [mg/m <sup>3</sup> ]	
Amoniak	14	3,68	amoniakalny, drażniący
Benzenotiol (merkaptobenzen, tiofenol)	2	0,00119	czosnku, wydzieliny skunksa, odrażający, mdły
Butan-1-ol (n-butyłowy alkohol, n-butanol)	50	2,558	słodkawo zjełczały
Buānotiol (merkaptan butyłowy, tiobutanol, butan-1-tiol)	1	0,00364	gorczycy, gnijącej kapusty, wydzieliny skunksa
Dimetyloamina (n-metylenometanoamina)	3	-	amoniakalny, rybi
Dimetylosulfid (metylosulfid)	-	0,00595	gnijących warzyw, rzepy, kapusty
Dietylosulfid (etylosulfid)	-	0,0150	czosnku, gnijących warzyw
Dimetylodisulfid (metylodisulfid)	-	-	capa (kozła)
Dietylodisulfid (etylodisulfid)	-	0,0136	wydzieliny skunksa, czosnku
Etanol (etyłowy alkohol)	1900	160,94	słodkawo eteryczny
Etanotiol (etyłowy merkaptan)	1	0,00196	wydzieliny skunksa, czosnku
Hydroksybenzen	0,2	0,156	fenolowy
Indol (1-benzoazol, benzopiol)	-	0,000156	gnijących białek, kału, fekaliiów
Kwas butanowy (kwas masłowy)	-	0,0147	zjełczalego masła, potu
Kwas propionowy (kwas etanokarboksyłowy)	30	0,108	ostry, nieprzyjemny, zjełczały, drażniący
Kwas walerianowy (kwas pentanowy)	-	0,0212	nieprzyjemny, potu, waleriany
Krezol (mieszanina krezoli)	5	0,00312	ostry, odrażający
Metanol (metyłowy alkohol, spirytus drzewny)	100	133,30	czysty – alkoholowy, techniczny – cierpki, gryzący, kłujący
Metanotiol (metyłowy merkaptan)	1	0,00200	gnijących warzyw – kapusty, rzodkwi
Metyloamina	5	0,0258	amoniakalny, rybi
Pirydyna	5	0,276	spaleniźny
Propanotiol (propyltiol, propylowy merkaptan)	-	0,00316	wydzieliny skunksa, czosnku
Skatol (3-metyloindol)	-	0,00308	kału, fekaliiów
Sulfan (siarkowodór)	10	0,0113	zgnitych jaj
Trietyloamina	3	0,3788	amoniakalny, rybi
Trimetyloamina	12	0,00108	amoniakalny, rybi

Tabela 4. Czynniki biologiczne występujące w zakładach gospodarki odpadami komunalnymi [11, 12]  
 Table 4. Biological factors in municipal waste plants [11, 12]

Zakłady gospodarki odpadami stałymi			
Bakterie	Wirusy	Grzyby	
laseczka zgorzeli gazowej ( <i>Clostridium perfringenes</i> )	ludzki parwowirus ( <i>Parvoviridae</i> )	kropidlak popielaty ( <i>Aspergillus fumigatus</i> )	
pałeczka czerwonki ( <i>Shigella dysenteriae</i> )			
pałeczkowiec kałowy ( <i>Enterococcus faecalis</i> )	wirus ostrego krwotocznego zapalenia spojówek AHC (ludzki enterowirus typu 70)	grzybica madurska ( <i>Neotestudina rosatii</i> )	
laseczka tężca ( <i>Clostridium tetani</i> )			
Oczyszczalnie ścieków komunalnych			
Bakterie	Wirusy	Grzyby	Pasożyty
laseczka zgorzeli gazowej ( <i>Clostridium perfringenes</i> )	wirus Echo ( <i>Enterovirus</i> )	kropidlak popielaty ( <i>Aspergillus fumigatus</i> )	motylca wątrobowa ( <i>Fasciola hepatica</i> )
pałeczka duru brzuszego ( <i>Salmonella typhi</i> )	wirus zapalenia wątroby typu A ( <i>Hepatitis virus A</i> )	bielnik biały ( <i>Candida albicans</i> )	wielkociec jelitowy ( <i>Lamblija Giardia</i> )
pałeczka czerwonki ( <i>Shigella dysenteriae</i> )	wirusy Coxsackie typu A i B (ludzki enterowirus typ 72)	kryptokok ( <i>Cryptococcus neoformans</i> var.)	pełzak czerwonki ( <i>Entamoeba histolytica</i> )
pałeczkowiec kałowy ( <i>Enterococcus faecalis</i> )		grzybica płucna ( <i>Emmonsia parva</i> var.)	

nych w przedsiębiorstwach gospodarki odpadami komunalnymi.

Oto kilka informacji o chorobach pochodzenia bakterieryjnego.

**Pałeczki czerwonki** (*Shigella dysenteriae*) zakażają organizm drogą pokarmową przez spożycie zakażonych jarzyn, owoców, mleka. Nosicielem bakterii jest chory człowiek, a przenosicielami muchy i inne owady. Objawy chorobowe to krwawe lub ropne biegunki, bóle brzucha wywołane owrzodzeniem błony śluzowej jelita grubego.

**Dur brzuszny** (*Salmonella typhi*) jest ostrą chorobą zakaźną przenoszoną drogą pokarmową przy picciu zakażonej wody, mleka, spożywaniu zakażonej żywności, lub przez kontakt z chorym. Objawami zakażenia są: wysoka gorączka, zamroczenie świadomości (odurzenie), wysypka różyczkowa, zapalenie jelita cienkiego z możliwością jego perforacji, zaparcie stolca lub biegunka oraz ogólne zatrucie endotoksyną, połączone z uszkodzeniem układu nerwowego, układu krążenia oraz narządów mięszowych. W przenoszeniu zakażenia dużą rolę odgrywają owady (muchy) i brak higieny, szczególnie przy spożywaniu nieumytych owoców, zakażonego pożywienia (tzw. choroby „brudnych rąk”).

**Pałeczkowiec kałowy** (*Enterococcus faecalis*), zwany enterokokiem kałowym, żyje normalnie w przewodzie pokarmowym, jednak w pewnych warunkach może wywoływać zakażenia dróg moczowych, posocznicy, zatrucia pokarmowe.

**Zgorzel gazowa** (*Clostridium perfringenes*), inaczej gangrena, jest procesem gnilnym w ulegającym martwicy obszarze narządu. Proces ten, wywołany przez saprofitujące w ustroju bakterie gnilne, które wtargnęły do organizmu przez uszkodzoną błonę śluzową lub skórę, przebiega z objawami ogólnego zatrucia i gorączki, grozi posocznicy i śmiercią. Chorobę tę wywołuje bakteria pałeczki zgorzeli gazowej przebywająca w ziemi. Charakterystyczną cechą zgorzeli jest gazowe podminowanie tkanki podskórnej na skutek gromadzenia się pęcherzyków wodoru. Choroba postępuje gwałtownie, wywołuje silny ból, obrzmienia twarde okolicy rany, wysoką gorączkę, objawy ciężkiego ogólnego zatrucia, spadek ciśnienia krwi, osłabienie i zapaść z zanikiem tętna.

**Laseczka tężca** (*Clostridium tetani*) jest drobnoustrojem tlenowym, produkującym toksyny uszkadzające układ nerwowy i czerwone ciążka krwi. Efektem ich działania jest stałe nadmierne pobudzenie neuronów ruchowych wywołujących napady skurczów mięśni szkieletowych oraz liżę czerwonych ciałek krwi. Bakterie te są bardzo rozpowszechnione w środowisku, występują w glebie, błocie, kurzu, odpadach.

### Zagrożenie wybuchem i pożarem na składowiskach odpadów komunalnych

Kolejnym zagrożeniem występującym podczas prac związanych z odpadami komunalnymi zwłaszcza na wysypiskach, kompostowniach i odstojnikach szlamów, jest możliwość tworzenia się atmosfer wybuchowych. Czynnikiem odpowiedzialnym za takie zagrożenie jest proces gnilny zachodzący w materii organicznej odpadów, prowadzący do powstawania metanu. Metan jest gazem palnym tworzącym z powietrzem mieszaniny wybuchowe (dolna granica wybuchowości 5% obj., górna granica wybuchowości – 15% obj.). Zagrożenie pożarem i wybuchem mogą tworzyć również palne, ciekłe związki organiczne (rozpuszczalniki farb i lakierów, benzyny, nafta itp.) wyrzucane z pojemnikami do zbiorników z odpadami komunalnymi. W niektórych sprzyjających warunkach na wysypiskach śmieci może dojść do samozapłonu.

Dolna granica wybuchowości (DGW) – wartość stężenia składnika palnego w mieszaninie z powietrzem lub tlenem, powyżej której pod wpływem bodźca energetycznego może nastąpić wybuch.

Górna granica wybuchowości (GGW) – wartość stężenia składnika palnego w mieszaninie z powietrzem lub tlenem, poniżej której pod wpływem bodźca energetycznego może nastąpić wybuch.

Te jednostkowe przykłady oddziaływania czynników biologicznych i chemicznych na organizm człowieka dają ogólny obraz rodzajów niebezpieczeństw i ich negatywnych skutków dla

człowieka w przedsiębiorstwach gospodarki odpadami. Znajomość tych zagrożeń pozwala podjąć racjonalne działania zmierzające do ich minimalizacji po przez zastosowanie ogólnych zasad higieny i bezpieczeństwa pracy oraz właściwego korzystania z dostępnego wyposażenia technicznego.

### Podsumowanie

Racjonalna gospodarka odpadami komunalnymi w kraju wymaga prowadzenia nieustannej, uświadamiającej społeczeństwo akcji, wskazującej na fakt występowania w odpadach bytowych dużej masy surowców wtórnych, których odzysk materiałowy lub energetyczny jest źródłem znaczących korzyści ekonomicznych, środowiskowych, a także istotnych dla zdrowia obywateli. Takie podejście wynika także z przyjętej przez Unię Europejską polityki ograniczania ilości odpadów składowanych i ich negatywnego oddziaływania na ludzi i środowisko. Podejmowane w Polsce działania mają coraz większą skalę, co daje się zauważyć w rosnących ilościach odzyskiwanych surowców, a także coraz większej popularności najbardziej korzystnej formy zbierania odpadów „u źródła”.

Zbieranie surowców wtórnych wymaga także prowadzenia właściwej polityki informacyjno-szkoleniowej w stosunku do osób zatrudnionych w tym sektorze gospodarki, bowiem poziom ich narażenia na czynniki biologiczne, chemiczne oraz fizyczne jest bardzo wysoki, a uszczerbek na zdrowiu wywołany przez tkwiące w odpadach czynniki chorobotwórcze i chemiczne – realny.

### PIŚMIENNICTWO

[1] Dyrektywa 1999/31/WE Rady Europejskiej z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów  
 [2] Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. DzU nr 62, poz. 628 z późn. zm.  
 [3] Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. DzU nr 62, poz. 627 z późn. zm.  
 [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie Katalogu Odpadów z dnia 27 września 2001 r. DzU nr 112, poz. 1206  
 [5] Uchwała Rady Ministrów nr 219 z dnia 29 października 2002 r. w sprawie krajowego planu gospodarki odpadami. Monitor Polski 2003, 11, 159 z późn. zm.  
 [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 maja 2003 r. w sprawie rocznych poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych i użytkowych. DzU nr 104, poz. 982  
 [7] Rocznik statystyczny RP 2008 r. GUS, Warszawa, 2008, s. 39, 321, 780  
 [8] J. Kośmider, B. Mazur-Chranowska, B. Wyszyński *Odory*. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2002  
 [9] Z. Makles, M. Galwas-Zakrzewska, *Złowne gazy w środowisku pracy*. „Bezpieczeństwo Pracy” 9(419)2005, s. 12-16  
 [10] Z. Makles, W. Domański *Substancje złowne w pracach laboratoryjnych. Poradnik – Higiena i bezpieczeństwo pracy w laboratorium*, rozdz. 4.1.3. Dashafer Verlag, Warszawa 2009  
 [11] Biuletyn Informacji Publicznej WSS Gorzów Wlkp., 2006 <http://www.wsse.gorzow.pl>  
 [12] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. DzU nr 81, poz. 716 z późn. zm.