

Niestandardowe sposoby kompostowania komunalnych osadów ściekowych wraz z odpadami zielonymi.

Grzegorz Pilarski

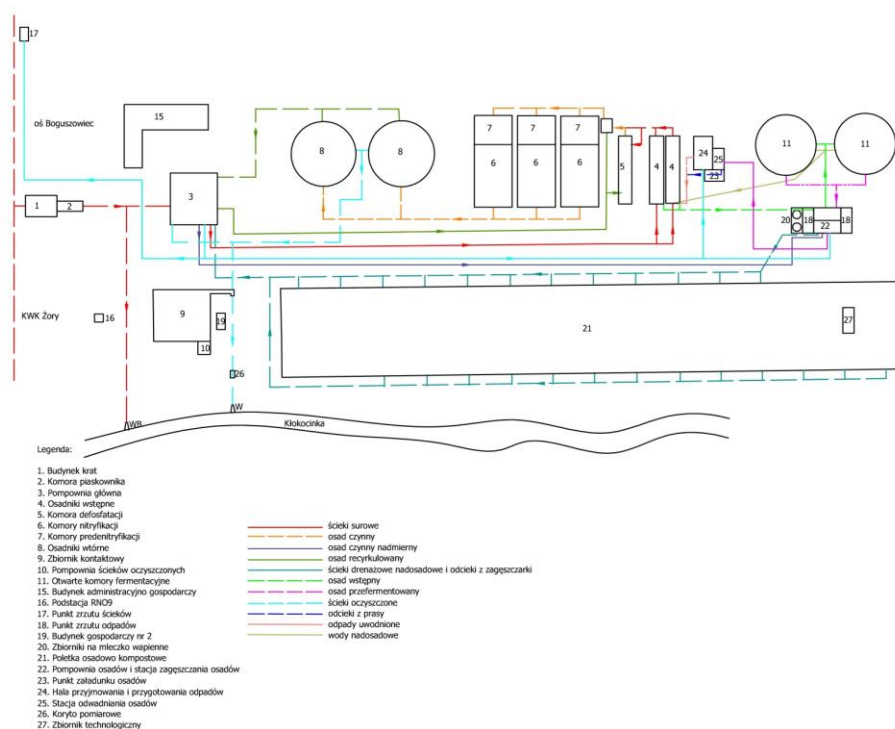
BEST-EKO Sp. z o.o.

Oczyszczalnia ścieków „Boguszowice” została zaprojektowana w 1977 roku przez Główne Biuro Projektów Górniczych w Gliwicach. Zgodnie z projektem miała mieć przepustowość 10700 m³/d.

Obecnie oczyszczalnia jest obiektem o podwyższonym stopniu usuwania biogenów, a proces oczyszczania ścieków oparty jest na technologii osadu czynnego. Na dzień dzisiejszy na oczyszczalnię dopływa średnio 3400 m³/d, a obciążenie ładunkiem jest na poziomie 24000 RLM.

Oczyszczalnia jest obiektem przeznaczonym do usuwania zanieczyszczeń ze ścieków komunalnych oraz do odzyskiwania i recyklingu odpadów biodegradowalnych.

Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków "Boguszowice"



BEST-EKO Sp. z o.o. jest eksploatatorem instalacji do fermentacji i kompostowania odpadów na oczyszczalni ścieków „Boguszowice” w Rybniku przy ul. Rycerskiej 101.

Odpady przeznaczone do przetwarzania w procesie fermentacji są przyjmowane w formie stałej lub płynnej. Odpady w formie stałej są uwadniane, a w razie potrzeby mogą być również rozdrabniane. Odpady w formie płynnej są poddawane procesowi odzysku R3 poprzez fermentację w wydzielonych komorach fermentacyjnych wraz z innymi osadami powstającymi na oczyszczalni ścieków. Po procesie fermentacji powstaje ustabilizowany komunalny osad ściekowy, który po odwodnieniu jest przekazywany na instalację kompostowania.

Ustabilizowane komunalne osady ściekowe powstające w wyniku działania komór fermentacyjnych wraz z odpadami zielonymi takimi jak trawa, liście, drewno itp. są przetwarzane na zakładowej instalacji do kompostowania odpadów w procesie recyklingu odpadów R3. Odwodniony ustabilizowany komunalny osad ściekowy jest mieszany z odpowiednio przygotowanym materiałem strukturalnym. Mieszanina układana jest w pryzmach kompostowych. Napowietrzanie pryzm realizowane jest poprzez ich cykliczne przrzucanie. Cały proces prowadzony jest na płycie odizolowanej od podłoża oraz wyposażonej w system przechwytywania odcieków. Po fazie gorącej, pryzmy są rozbierane a kompost dojrzewa. Dojrzały kompost jest przesiewany na trzy frakcje.

BEST-EKO Sp. z o.o. posiada decyzję produktową nr 249/11 z dnia 08.04.2011r. wydaną przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi na wprowadzenie do obrotu nawozu organicznego pod nazwą „BEST-TERRA” powstającego na zakładowej kompostowni.

Kompostowanie osadów ściekowych wraz z odpadami zielonymi takimi jak trawa, liście, gałęzie itp., prowadzona jest w Polsce na wielu obiektach. Wspólnym problemem eksploatatorów jest wybór rodzaju technologii kompostowania oraz jej modyfikacja do warunków panujących w danym regionie. Odpady trafiające na poszczególne obiekty różnią się od siebie, co powoduje konieczność dopasowania technologii do warunków panujących na danym obiekcie.

W zakresie badań technologicznych procesu kompostowania spodziewanym efektem badań była charakterystyka warunków prowadzenia kompostowania odpadów organicznych w relacji do uzyskiwanych efektywności kompostowania, wskazanie optymalnych parametrów technologicznych oraz pomoc w doborze docelowej technologii kompostowania. Technologia kompostowania odpadów oparta jest na odpowiednim doborze składu pryzm oraz okresowym przrzucaniu pryzm za pomocą przrzucarki.

Na potrzeby projektu badań sformułowano następujący problem badawczy: Jaka jest intensywność procesu kompostowania w zależności od parametrów technologicznych pryzmy (wielkość pryzmy, rodzaje odpadów), właściwości odpadów oraz intensywności napowietrzania poprzez przrzucanie?

W trakcie badań zbadano wpływ masy odpadów, częstotliwości przrzucania, temperatury otoczenia oraz umieszczenia pryzm pod hala namiotową lub poza nią (wpływ warunków atmosferycznych) na rozkład temperatury, zmiany stężenia gazów procesowych oraz na intensywność procesu kompostowania. W czasie doświadczenia przebadano szczegółowo 5 pryzm. Czas trwania badania każdej z pryzm wynosił ok. 7 tygodni.

W skład materiałów, z których skomponowano pryzmę zawsze wchodziły trawa (opady zielone), ustabilizowany i odwodniony osad ściekowy oraz rozdrobnione gałęzie. Proporcja objętościowa każdorazowo była taka sama i wynosiła 4 części odpadów zielonych, 2 części gałęzi oraz 1 część osadu.

Pomiary właściwości odpadów

W ramach badań dokonano poboru próbek materiałów użytych do utworzenia przyzmy (trawa, osady i rozdrobnionych gałęzi) oraz próbek z każdej z przyzmy w trakcie procesu kompostowania.

Podstawowe parametry technologiczne przyzmy:

Pryzma	Dzień utworzenia przyzmy	Dzień zamknięcia przyzmy	Liczba dni kompostowania	Częstotliwość przetrzucania	Lokalizacja przyzmy
1	04.07.2017	22.08.2017	50	2 razy w tygodniu	Poza halą
2	25.07.2017	12.09.2017	57	1 raz w tygodniu	Poza halą
3	22.08.2017	12.10.2017	52	Brak przetrzucania	W hali
4	20.09.2017	09.11.2017	52	Brak przetrzucania	Poza halą
5	19.10.2017	07.12.2017	50	1 raz w tygodniu	Poza halą

Skład masowy przyzmy przed i po zakończeniu procesu

Pryzma	Materiał	Masa składnika	Udział masowy	Masa przyzmy	Masa przyzmy po procesie	Redukcja masy
		kg	% masowy	kg	kg	%
1	Osad	20 220	28,5	70 880	24 320	65,7
	Trawa (odpady zielone)	28 720	40,5			
	Zmielone gałęzie	21 940	31,0			
2	Osad	19 600	23,9	81 860	-	-
	Trawa (odpady zielone)	48 540	59,3			
	Zmielone gałęzie	13 720	16,8			
3	Osad	19 400	39,1	49 580	35 420	28,6
	Trawa (odpady zielone)	19 740	39,8			
	Zmielone gałęzie	10 440	21,1			
4	Osad	6 680	15,9	42 030	39 960	4,9
	Trawa (odpady zielone)	22 550	53,7			
	Zmielone gałęzie	12 800	30,5			
5	Osad	6 620	17,6	37 520	34 100	9,1
	Trawa (odpady zielone)	21 220	56,6			
	Zmielone gałęzie	9 680	25,8			

Właściwości odpadów

Osad ściekowy we wszystkich przyzmach charakteryzował się wilgotnością przekraczającą 70% i wykazywał straty prażenia równe ok. 50% s.m. Większe zróżnicowanie zaobserwowano w ciężarze nasypowym osadu ściekowego, który mieścił się w granicach od 624 kg/m³ do 889 kg/m³. Osad ściekowy wykorzystywany do utworzenia przyzmy wykazywał AT₄ w zakresie od 20,57 mg O₂/g s.m. do 48,20 mg O₂/g s.m.

Kolejny z komponentów - trawa, podobnie jak w przypadku osadu ściekowego wykazywał zbliżone wartości wilgotności w każdej z przyzmy od 36,18% do 55%. Straty prażenia mieściły się w granicach od 47% s.m. do 58,90% s.m. Odnotowano różnorodność ciężaru nasypowego dla trawy w każdej z przyzmy: najniższa wartość jaką uzyskano wynosiła 194 kg/m³, a najwyższa 470 kg/m³. Znaczne różnice zauważono także w wartości wskaźnika AT₄ trawy - wartości mieściły się w granicach od 50,14 mg O₂/g s.m. do 83,78 mg O₂/g s.m.

Rozdrobnione gałęzie wykazywały wilgotność na poziomie od 35% do 50%. Straty przy prażeniu osiągnęły wartości od 53% s.m. do 70,49% s.m. Aktywność oddechowa gałęzi w przyzmach nie różniła się znacząco i wyniosła średnio ok. 17 mg O₂/g s.m. Ciężar nasypowy tego komponentu był zróżnicowany, mieścił się w granicach od 265 kg/m³ do 543 kg/m³.

Osad charakteryzował się: zawartością azotu od 1,9 do 3,07% , węgla na poziomie od 18,2 do 29,6%, wodoru od 2,78 do 4,60% i siarki od 0,727 do 1,230%. Zmielone gałęzie charakteryzowały się małą zmiennością zawartości azotu wynoszącą od 1,17 do 1,78%. Zawartość węgla i wodoru malała z czasem i wynosiła odpowiednio 36% i 3,6%. Systematyczny spadek zawartości tych pierwiastków wynikał z użycia tego samego materiału do tworzenia przyzmy. Zawartość siarki była zmienna i wynosiła od 0,152 do 0,247%.

Najbardziej zmiennym pod względem składu pierwiastkowego materiałem była trawa (odpady zielone). Zawartość azotu zmieniała się w zakresie od 1,04 do 1,69%, węgla od 21,44 do 36,1%, wodoru od 3,02 do 5,09% oraz siarki od 0,152 do 0,244%. Duża zmienność w obrębie tej grupy odpadów wynikała ze zmienności składu związanego z porą roku (wiosną i latem większy udział trawy, jesienią większy udział liści i gałęzi).

Po zmieszaniu w ustalonych proporcjach odpadów (w stosunku objętościowym trawa, gałęzie, osad - 4:2:1) ponownie pobrano próbki odpadów i oznaczono w nich skład elementarny. Próbki pobrano również po zakończeniu procesu (ok. 50 dnia procesu kompostowania). Wykonane analizy pokazują, że we wszystkich badanych przyzmach skład pierwiastkowy 1 dnia procesu był zbliżony i wynosił odpowiednio od 1,66 do 2,20% azotu całkowitego, od 24,4 do 30,4% węgla, od 3,06 do 4,00% azotu oraz od 0,281 do 0,460% siarki. Stosunek węgla do azotu wynosił od 11,3:1 do 17,5:1, co jest wartością poniżej optymalnej dla procesu kompostowania wynoszącej od 35:1 do 25:1.

Zawartość azotu po procesie kompostowania w porównaniu z wynikami uzyskanymi 1 dnia procesu w części analizowanych przyzmy zmniejszyła się, a w części zwiększała. Zawartość węgla po procesie wynosiła od 19,0 do 32,3%. W przypadku zawartości węgla, we wszystkich przyzmach zauważono zmniejszenie się zawartości tego pierwiastka o kilka procent. Stosunek węgla do azotu zmniejszył się we wszystkich przyzmach i wynosił od 11,2:1 do 14,8:1. Zawartość wodoru również w większości badanych przyzmy uległa nieznacznemu zmniejszeniu. Wynosiła od 2,71 do 3,94% w przyzmy. Zawartość siarki po procesie uległa niewielkim zmianom i w zależności od przyzmy był to wzrost lub spadek.

Właściwości fizykochemiczne materiałów użytych do skomponowania pryzm

Pryzma	Material	Wilgotność	Straty przy prażeniu		AT ₄		Ciężar nasypowy (kg/m ³)
		(%)	(% s.m.)	średnia	(mg O ₂ /g s.m.)	średnia	
1/2	Osad	73,83	49,13	49,57	48,51	48,20	624
			49,62		47,88		
			49,97				
	Trawa (odpady zielone)	51,89	47,21	47,73	61,09	65,96	194
			49,58		70,82		
			46,41				
Zmielone gałęzie	35,30	69,30	70,49	15,98	18,34	265	
		70,32		20,70			
		71,84					
3	Osad	63,85	31,83	31,32	22,62	20,57	859
			31,96		18,52		
			30,16				
	Trawa (odpady zielone)	36,18	57,65	58,90	52,19	50,14	368
			59,98		48,08		
			59,08				
Zmielone gałęzie	35,91	57,20	56,37	17,96	18,62	469	
		57,42		19,27			
		54,49					
4	Osad	76,24	55,62	53,84	61,68	59,86	757
			53,13		58,03		
			52,77				
	Trawa (odpady zielone)	58,89	47,12	46,98	75,18	64,61	470
			46,53		54,03		
			47,27				
Zmielone gałęzie	56,52	54,12	53,43	25,19	33,80	543	
		53,03		42,42			
		53,15					
5	Osad	77,83	11,85	52,07	39,95	39,89	889
			12,27		39,83		
			11,51				
	Trawa (odpady zielone)	56,26	71,42	71,25	86,16	83,78	278
			70,83		81,39		
			71,49				
Zmielone gałęzie	52,05	23,35	53,82	13,21	14,94	442	
		24,12		16,68			
		23,32					

Zmiany temperatury w trakcie kompostowania

Zauważono znaczną różnicę w wysokości temperatury dla pryzm badanych w sezonie letnim i jesienno-zimowym. Najkorzystniejszy rozkład temperatur wykazała pryzma 1, badana w sezonie letnim, na zewnętrznym placu i przerzucana 2 razy w tygodniu. Początkowo temperatura była na poziomie ok. 30°C, a w drugim tygodniu badań wzrosła do prawie 60°C. Taka wartość utrzymywała się do ok. 35 dnia procesu. Następnie zaczęła stopniowo spadać do poziomu ok. 46°C, aby końcowo wzrosnąć o kilka stopni w ostatnim etapie badań (ok. 48°C). Wysoka temperatura pryzmy utrzymywała się także dzięki wysokiej temperaturze otoczenia, osiągającej średnio 23°C.

Pryzma 2 również umiejscowiona latem na zewnętrznym placu różniła się częstotliwością przerzucania (1 raz w tygodniu). Odnotowano tu większe wahania temperatury (zblizona nawet do 70°C w 3 tygodniu badań, na co mogła mieć znaczący wpływ wysoka temperatura

zewnątrzna równa 36°C). W początkowym stadium procesu wynosiła ona ok. 65°C, następnie spadała stopniowo poprzez 50°C w 30 dniu, do 40°C na końcu analizy. Zauważyć można tendencję wzrostową temperatury po przerzuceniu materiału.

Pryzma 3 charakteryzowała się niższą temperaturą niż dwie poprzednie przyzmy, utrzymującą się w przeważającej części czasu na poziomie ok. 45°C. Zanotowano jeden pomiar odchylony od tej tendencji (ok. 59°C w drugim tygodniu), po którym nastąpiło obniżenie temperatury zewnętrznej z ok. 20°C do 14°C. Niższa temperatura otoczenia utrzymywała się do końca pomiarów przyzmy, co mogło wpłynąć na temperaturę materiału. Jej względnie stały poziom tłumaczyć można także umiejscowieniem przyzmy w zadaszanej hali, gdzie nie była wystawiona na działanie promieni słonecznych oraz brakiem przerzucania.

Pryzma 4 wykazała temperaturę początkową równą 43°C, następnie temperatura wzrosła do ok. 65°C w drugim tygodniu procesu, aby później stopniowo spadać aż do 21°C w końcowym etapie badań. Spadek ten można tłumaczyć nieprzerzucaniem materiału oraz niższą temperaturą otoczenia (sezon jesienny, zewnętrzny plac).

Temperatura w przyzmy 5 kształtowała się podobnie: początkowo przyzma ta wykazała temperaturę na poziomach 52°C, które utrzymywały się do ok. 9 dnia procesu. Następnie temperatury te gwałtownie spadały do ok. 30°C, aby później z niewielkimi wahaniami, spowodowanymi przerzucaniem materiału, uzyskać poziom kilkunastu stopni. Wpływ na to miała pora roku: gwałtowny spadek temperatury po 9 dniu procesu spowodowany był prawdopodobnie obniżeniem temperatury zewnętrznej z 13,5°C do 4,5°C.

Zmiany stężeń gazów w przyzmach kompostowych

Stężenie O₂

Największe wahania zauważyć można w przypadku przyzm przerzucanych w sezonie letnim. W obu z nich poziom tlenu spadał aż do momentu przerzucania, po czym wzrastał i ponownie spadał do kolejnego przerzucenia. Najniższą wartość stężenia tlenu dla przyzmy 1 odnotowano w 5 tygodniu badań (ok. 7%), w przypadku przyzmy 2 zaś w 3 tygodniu (6%). Względnie stały poziom stężenia tlenu zbliżony do 20% zaobserwowano w przyzmy 3 (nieprzerzucanej), co nie przełożyło się jednak na wyniki uzyskane dla drugiej z nieprzerzucanych przyzm. Pryzma 5 pomimo przerzucania 1 raz w tygodniu nie wykazała znacznych zmian stężenia O₂ (ok. 19%).

Stężenie CO

Zwiększone stężenie CO zaobserwowano jedynie w przyzmach 1 i 2, kolejne z nich nie wykazywały znacznego udziału CO. Dla przyzmy 1 stężenie maksymalne wyniosło ok. 110 ppm na początku procesu, w przypadku 2 - ok. 82 ppm w 3 tygodniu badań.

Stężenie CO₂

Podobnie jak we wcześniejszym parametrze, tak i tutaj największe wahania były w przypadku przyzm 1 i 2. Wzrost stężenia CO₂ następował w przyzmy 2 zaraz po przerzuceniu. Stężenie maksymalne dla obu przyzm wyniosło ok. 13%. Minimalne wartości osiągnięto natomiast w 6 tygodniu procesu w przyzmy 1 (1% CO₂) i w 5 tygodniu dla przyzmy 2 (0,5% CO₂). Najniższy poziom stężenia dwutlenku węgla odnotowano w przypadku przyzmy 3. Początkowo wynosiło ono 6%, następnie spadło i utrzymywało się na względnie stałym poziomie (ok. 1%) z wyjątkiem 35 dnia procesu, kiedy stężenie to wzrosło do około 3%. Pryzma 4 wykazała dwa punkty wzrostu stężenia CO₂: 8% w pierwszym tygodniu procesu oraz 6% w 4 tygodniu. W końcowym etapie badań charakteryzowała się ona stężeniem dwutlenku węgla na poziomie 3%. Odnotowano początkowe zwiększenie stężenia dwutlenku węgla w przyzmy 5 (5%). Obie z nich odznaczyły się względnie stałym i zbliżonym poziomem stężenia dwutlenku węgla (ok. 2%).

Stężenie NO

W pryzmie 1 po początkowym stężeniu NO na poziomie ok. 22 ppm odnotowano jego spadek do wartości bliskiej 1 ppm, która utrzymywała się z niewielkimi wahaniami przez większość czasu trwania procesu, aby na końcu osiągnąć poziom ok. 4 ppm. Największe wahania tego parametru zaobserwowano w przypadku pryzmy 2 i 3. Obie z nich charakteryzowały się początkowym niskim stężeniem NO (ok. 1 ppm), które wzrosło w końcowych etapach procesu. W przypadku pryzmy 2 najwyższą wartość odnotowano w 43 dniu procesu - wynosiła ona ok. 22 ppm, natomiast dla pryzmy 3 była to wartość 33 ppm w 35 dniu. Końcowe stężenie w pryzmie 2 było jednak niższe i wynosiło ok. 1 ppm, natomiast w pryzmie 3 ukształtowało się ono na poziomie 22 ppm. Pryzma 4 charakteryzowała się stężeniem NO na poziomie ok. 5 ppm (z wyjątkiem znacznego spadku do 0 ppm w 3 tygodniu procesu oraz wzrostem do 10 ppm w 29 dniu badań). Pryzma 5 wykazała podobny przebieg stężenia tlenu azotu w materiale. Po uformowaniu pryzm było to ok. 9 ppm, następnie stężenie to spadło do ok. 1 ppm i utrzymywało się do końca trwania procesu.

Zmiany składu fizykochemicznego pryzm kompostowych

W każdym z analizowanych przypadków zaobserwowano spadek zawartości materii organicznej, przy czym dla pryzmy 3 wykazał on najmniejsze wahania ($R^2=0,96$). Największy spadek zawartości materii organicznej wykazała pryzma 2, przerzucana 1 raz w tygodniu i znajdująca się latem na zewnętrznym placu. Podobny poziom usunięcia związków organicznych odnotowano w przypadku pryzm 1 i 3, jednak pierwsza z nich charakteryzowała się współczynnikiem determinacji $R^2=0,68$. Pryzma 5 wykazała najmniejszy spadek zawartości związków organicznych, na co miała wpływ niska temperatura zewnętrzna i wysoka wilgotność powietrza w hali zbliżona do 100%.

Zawartość materii organicznej w pryzmie 1 przedstawiono za pomocą strat przy prażeniu. W pierwszym dniu było to 54,66% s.m., następnie stopniowo wartość spadała aż do 38,33% s.m. Wilgotność materiału w pryzmie zmniejszyła się z prawie 60% do 22,53%, na co wpływ mogło mieć nie tylko częste przerzucanie (2 razy w tygodniu), ale także pora roku (działanie promieni słonecznych latem na placu zewnętrznym). Ciężar nasypowy początkowo równy był 436 kg/m^3 , następnie wzrastał osiągając najwyższą wartość 29 dnia pomiarów (629 kg/m^3), aby końcowo osiągnąć wartość 478 kg/m^3 . Przy formowaniu pryzmy 1 materiał wykazywał aktywność oddechową równą $55,21 \text{ mgO}_2/\text{g s.m.}$, a w trakcie zachodzenia procesu wskaźnik ten malał do $1,47 \text{ mgO}_2/\text{g s.m.}$ w 50 dniu pomiarów. Znaczny spadek nastąpił pomiędzy 3 a 4 tygodniem kompostowania (z $37,03 \text{ mg O}_2/\text{g s.m.}$ do $5,17 \text{ mgO}_2/\text{g s.m.}$).

Pryzma 2 wykazywała większym poziomem spadku zawartości związków organicznych niż pryzma 1. Początkowo straty przy prażeniu wynosiły 61,44% s.m., spadały aż do wartości końcowej równej 38,56% s.m. Wilgotność materiału charakteryzowała się dużą zmiennością. W 1 dniu pomiarów wynosiła 55,49%, następnie w ciągu procesu zmalała nawet do ok. 25% (43 pomiar), aby w końcowym etapie ponownie wzrosnąć do 35,58%. Ciężar nasypowy materiału w pryzmie 2 stabilnie wzrastał od wartości początkowej równej 252 kg/m^3 do 592 kg/m^3 w 57 dniu pomiarów. Aktywność oddechowa pryzmy 2 malała od wartości $63,03 \text{ mgO}_2/\text{g s.m.}$ w 1 dniu pomiarów do $3,08 \text{ mgO}_2/\text{g s.m.}$ w dniu 57. Największy spadek odnotowano pomiędzy 2 a 3 tygodniem procesu (z ponad $50 \text{ mgO}_2/\text{g s.m.}$ do połowy wartości - $24,06 \text{ mgO}_2/\text{g s.m.}$) oraz między 3 a 4 tygodniem (z $24,06 \text{ mgO}_2/\text{g s.m.}$ do $6,62 \text{ mgO}_2/\text{g s.m.}$).

Dla pryzmy 3 odnotowano stały spadek strat przy prażeniu od 56,56% s.m. do 40% s.m. Wilgotność materiału zmniejszyła się od 58,79% w pierwszym dniu procesu do 37,66 w 36 dniu, a następnie wzrosła do 47,35% aby w 52 dniu ponownie obniżyć się do 43,08%. Ciężar nasypowy na początku procesu wynosił 436 kg/m^3 , potem stopniowo rósł do 15 dnia pomiarów, spadek odnotował w 22 dniu (459 kg/m^3), aby tydzień później uzyskać maksimum

(629 kg/m³). Końcowa wartość ciężaru nasypowego ukształtowała się na poziomie 478 kg/m³.

Aktywność oddechowa materiału w 1 dniu pomiarów wynosiła ponad 40 mg O₂/g s.m. Spadała ona do 22 dnia pomiarów, aby 30 dnia ponownie wzrosnąć (20,54 mgO₂/g s.m.). Tydzień później gwałtownie zmniejszyła się do ok. 5 mgO₂/g s.m. i na takim poziomie utrzymała się do końca procesu.

Dla pryzmy 4 duży zaobserwowano spadek zawartości materii organicznej pomiędzy 1 a 7 dniem pomiarów (straty prażenia zmalały z 70,25% s.m. do 50,85% s.m.). Następnie materiał wykazywał łagodny spadek wartości tego parametru, aż do wartości końcowej zbliżonej do 38% s.m. Wilgotność materiału zmieniała się w zależności od ilości opadów atmosferycznych (pryzma znajdowała się na placu zewnętrznym) - najwyższą wartość wilgotności uzyskała 1 dnia przy opadach 104 mm (69,88%), następnie wahała się i na końcu procesu wynosiła ponad 68%. Ciężar nasypowy na początku procesu wynosił 558 kg/m³, następnie z małymi wahaniami w 7 i 37 dniu pomiarów wzrastał, aż do wartości 694 kg/m³ w przedostatnim tygodniu badań, aby w końcowym etapie pomiarów ukształtować się na poziomie 579 kg/m³. Aktywność oddechowa materiału na początku badań pryzmy 4 wynosiła prawie 50 mg O₂/g s.m., później stopniowo spadała do 7,13 mg O₂/g s.m. w 37 dniu analiz, by znowu wzrosnąć do ponad 15 mg O₂/g s.m. w 42 dniu i prawie 10 mg O₂/g s.m. (ostatni pomiar, 51 dzień). Różnica pomiędzy dwoma ostatnimi wartościami może być spowodowana opadami, na które narażony był materiał.

Dla pryzmy 5 straty przy prażeniu materiału przez cały okres badań zmalały z wartości 58,59% s.m. do 45,77% s.m. Wilgotność materiału utrzymywała się na wysokim poziomie, zaczynając od prawie 62% w pierwszym dniu pomiarów, poprzez ok. 68% w połowie procesu kompostowania (22, 29 dzień), kończąc na wartości 63,7% w 50 dniu badań. Pomimo że pryzma nie znajdowała się na zewnętrznym placu, to utworzona była w sezonie jesiennym, kiedy temperatury zewnętrzne były niskie. Ciężar nasypowy pryzmy 5 zmienił się z wartości początkowej równej 410 kg/m³ do nawet 659 kg/m³, a w ostatnim etapie pomiarów uzyskał poziom 642 kg/m³. Aktywność oddechowa do 22 dnia pomiarów utrzymywała się na poziomie przekraczającym 20 mg O₂/g s.m., a następnie spadała stopniowo do kilkunastu mg O₂/g s.m. (ok. 13 mg O₂/g s.m. w 42 dniu badań).

Podsumowanie badań

Przeprowadzone badania wykazały, iż warunki tlenowe w pryzmach były dobre bez względu na zastosowany reżim technologiczny. Niewielka intensywność przerzucania, umieszczenie pryzm w hali oraz relatywnie niskie temperatury zewnętrzne (przy wysokim stosunku powierzchni do objętości pryzm) powodowały wychłodzenie pryzm oraz niską efektywność usuwania wody. W pryzmach, w których stwierdzono występowanie przez kilka tygodni temperatur powyżej 50°C, obserwowano wysoką dynamikę spadku aktywności oddechowej, jako efekt pogłębiającej się stabilizacji materii organicznej. Uzyskiwane w badaniach temperatury mogły być niewystarczające do uzyskania pełnej higienizacji kompostu i inhibicji nasion chwastów. Stwierdzono, iż koniecznym działaniem technologicznym jest prowadzenie przerzucania odpadów w pryzmach z średnią częstotliwością co najmniej raz w tygodniu. Większa częstotliwość nie jest wymagana, chyba iż stwierdzony zostanie deficyt tlenu w pryzmie (stężenie < 7%). Mieszkę komponentów odpadów należy tak przygotowywać, aby finalna wilgotność początkowa mieściła się w zakresie od 50 do 60%. Wielkość pryzmy należy tak projektować, aby stosunek powierzchni do objętości nie przekraczał 2,5. W okresie jesiennym i wczesnowiosennym, przy niskich temperaturach otoczenia, celem utrzymania dobrych warunków termicznych w pryzmie, należy pryzmy budować w sposób umożliwiający uzyskanie stosunku powierzchni do objętości poniżej 2.

Kompost jako produkt

Jako eksploatatorzy oczyszczalni ścieków oraz kompostowni patrzymy na te obiekty od strony technologia, pilnujemy procesu, tworzymy dokumentację, przeprowadzamy badania. Bardzo często pomijamy jeden bardzo ważny aspekt, że nawóz organiczny (kompost) jaki produkujemy to produkt, który wprowadzamy na rynek i pod tym względem niewiele się różni od cegły, mleka czy ubrań. Dla naszych klientów ważne jest, aby kompost miał deklarowane wartości nawozowe, czyli zgodne z posiadaną decyzją, a jego wygląd i zapach był zbliżony do ziemi próchnicznej czy torfu. Nie może być w nim widać zanieczyszczeń zwłaszcza tworzywami sztucznymi czy szkłem. Nie znaczy to wcale, że w kompoście nie może być tworzyw sztucznych czy szkła, mają one jedynie nie być widoczne dla klienta. W dostępnych na rynku „ziemiach kwiatowych” bardzo często są dodawane zmielone odpady jako wypełniacz, zazwyczaj jest to styropian, ale zdarza się że jest to zmielony plastik, ilość domieszanych tworzyw sztucznych itp. może osiągać nawet 30% objętości. Zadam kontrowersyjne pytanie, czy dla klienta ważne jest w jaki sposób i z czego produkowana jest ziemia kwiatowa, bo pod taką nazwą obiegową mieszanki nawozu naturalnego znane są na rynku. Moja odpowiedź brzmi: NIE. Przyjrzałem się kilkunastu opakowaniom ziem kwiatowych dostępnych na rynku. Na wszystkich jest napisane, że to produkt naturalny, najodpowiedniejszy dla takiej czy innej grupy roślin, wyprodukowany z naturalnych składników. Nigdzie nie spotkałem opisu procesu produkcji oraz informacji z jakich składników produkt powstał. Oczywiście dla bardzo dociekliwych klientów taka informacja powinna być dostępna na stronie internetowej producenta.

Jest oczywiście różnica jaka powinna być informacja na opakowaniu nawozu organicznego i podłoży. Dlatego zalecam aby wszyscy, którzy produkują kompost czyli nawóz organiczny, zaczęli wprowadzać do obrotu odpowiednie podłoża wyprodukowane na bazie kompostu.