

4

WYZWANIA W PROJEKTOWANIU INNOWACYJNYCH SYSTEMÓW IT W GOSPODARCE ODPADAMI KOMUNALNYMI

4.1 WPROWADZENIE

System gospodarki odpadami komunalnymi (GOK) w Polsce w ciągu ostatnich kilku lat przeszedł istotne przekształcenia, które wymusiły przede wszystkim zmianę stosunku do gospodarowania odpadami oraz samego systemu gospodarki odpadami. Zmiany te objęły wiele podmiotów które uczestniczyły do tej pory w procesie gromadzenia, przetwarzania i utylizacji odpadów komunalnych, a także tych, które od tej chwili stały się podmiotami zarządzającymi i kontrolującymi cały system. Nowe podejście wskazało pewne standardy postępowania z odpadami, które już u samych podstaw stawiały na zmniejszenie ilości wytwarzanych odpadów oraz lepsze ich wykorzystanie, a wszystko to zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju. Wszystkie te postulaty zostały poparte wprowadzeniem stosownych regulacji prawnych i wyznaczeniem szeregu wskaźników, które Polska zobowiązała się osiągnąć w ciągu najbliższych kilkunastu lat [1].

Umocnieniem nowego podejścia było między innymi powstanie Krajowej Inteligentnej Specjalizacji (KIS) zajmującej się obszarem dotyczącym surowców naturalnych i gospodarki odpadami, w ramach którego jednym z kluczowych działań wspieranych przez Polski Rząd i Komisję Europejską jest właśnie „minimalizacja wytwarzania odpadów, w tym niezdatnych do przetworzenia oraz wykorzystanie materiałowe i energetyczne odpadów (recykling i inne metody odzysku)”. Wszystkie jednostki publiczne, badawczo-rozwojowe i przedsiębiorcy działający w ramach ww. specjalizacji (jednej z 20 sformułowanych przez rząd) mogą liczyć na odpowiednie wsparcie i dofinansowanie ze środków Unii Europejskiej przeznaczonych na badania, rozwój technologii i wprowadzania innowacji w wymienionych obszarach [2].

W działaniach podejmowanych w ramach KIS kluczowe jest również wykorzystanie nowoczesnych IT (technologie informatyczne) oraz ICT (technologie informacyjno-komunikacyjne) [2]. Sama próba minimalizacji wytwarzania odpadów uznawana jest wręcz za niemożliwą bez wsparcia innowacyjnych technologii, które wspomagają zarządzanie strumieniami w całym łańcuchu usuwania odpadów.

Charakter systemu GOK w Polsce jest dość złożony – mnogość podmiotów uczestniczących w systemie (m.in. mieszkańcy, jednostki administracji publicznej, przedsiębiorstwa z sektora gospodarki odpadami), ich wysoki stopień różnorodności oraz relacje zachodzące pomiędzy nimi, determinują potrzebę wykorzystania innowacyjnych systemów IT oraz ICT. Zapewnienie sprawnego funkcjonowania systemu gospodarki odpadami jest sprawą kluczową, a koordynacja działań pomiędzy wszystkimi jego uczestnikami jest znacznie utrudniona. Wymusza to nie tylko stosowanie nowoczesnych technologii informatycznych, ale przede wszystkim systemów zintegrowanych, które pozwoliłyby spojrzeć na system GOK w sposób kompleksowy, zachowując równocześnie odrębność organizacyjną poszczególnych podmiotów [3, 4].

Kolejnym czynnikiem przemawiającym za wdrożeniem nowoczesnych i kompleksowych narzędzi informatycznych jest odchodzenie od typowego modelu gospodarki odpadami (linearnego) w stronę gospodarki o obiegu zamkniętym (cyrkularnego). Komisja Europejska formułując pakiet dyrektyw w sprawie Gospodarki o Obiegu Zamkniętym (ang. *Circular Economy Package*) uważa, że pozwoli on przede wszystkim na zaadaptowanie filozofii zrównoważonego rozwoju poprzez ograniczenie ilości odpadów, zwiększenie możliwości ich ponownego wykorzystania (zwłaszcza energetycznego), wsparcie konsumentów w bardziej świadomym wyborze przyjaznych środowisku produktów i usług (funkcje edukacyjne i informacyjne) oraz przedsiębiorców w działaniach mających na celu ponowne wykorzystanie wytwarzanych odpadów [6, 7].

Specyfika systemu gospodarki odpadami komunalnymi wymusza podejście bardziej funkcjonalne (procesowe) niż podmiotowe do omawianej w niniejszym artykule problematyki projektowania systemów IT. Głównie dlatego, że podmioty zidentyfikowane w ramach systemu uczestniczą w wielu procesach, a stopień ich zaangażowania jest dość zróżnicowany. Zatem nie można mówić o systemie IT dedykowanym jednemu z wybranych uczestników systemu (podmiotów), a o systemach dedykowanych funkcjom (procesom) lub, będąc jeszcze bardziej precyzyjnym, o systemie modułowym, który integrowałby poszczególne funkcje i ich użytkowników. Podejście do projektowania kompleksowych systemów IT wyznacza również potrzeby uczestników systemu gospodarki odpadami komunalnymi i pojawiające się problemy, np. z przepływem informacji pomiędzy poszczególnymi uczestnikami systemu [4, 5]. Złożoność systemu GOK wymaga uwzględnienia przy projektowaniu systemów IT szeregu dodatkowych czynników, między innymi aktów prawnych, które regulują działanie zidentyfikowanych podmiotów, ale także aspektów środowiskowych, charakter lokalnej społeczności czy elementy gospodarki przestrzennej. Czynniki te warunkują podejmowane przez uczestników systemu decyzje, a tym samym istotnie wpływają na potrzebę wykorzystania inteligentnych systemów IT, takich jak systemy wspomagania decyzji [14].

4.2 ISTOTA SYSTEMÓW IT W GOSPODARCE ODPADAMI KOMUNALNYMI

System gospodarki odpadami jest złożonym bytem, który wymaga dekompozycji na poszczególne podsystemy, procesy oraz zadania realizowane w ramach tych procesów. Współczesne technologie informatyczne dają szeroki wachlarz możliwości zastosowania, dopasowując ich funkcjonalność do wymagań użytkowników. Kluczowym jest zatem precyzyjne określenie potrzeb operacyjnych przedsiębiorstwa oraz analiza dotychczasowych procedur w celu finalnego zaprojektowania usprawnień procesowych.

W celu określenie roli systemów IT w gospodarce odpadami, należy zatem zwrócić uwagę na głównych uczestników systemu oraz realizowane przez nich procesy. Przedstawiona tabela (4.1), jest efektem przeprowadzonej analizy potrzeb funkcjonalnych systemów IT według wyszczególnionych funkcji uczestników systemu.

Każdy z uczestników systemu gospodarki odpadami (z wyłączeniem wytwórców odpadów) dysponuje ściśle sprecyzowaną bazą danych, którą musi zarządzać, weryfikować jej zgodność jak również właściwie przetwarzać. Wysoki poziom złożoności i ilości danych wymusza na podmiotach systemu gospodarki odpadami konieczność szukania nowoczesnych narzędzi informatycznych automatyzujących te operacje na poziomie rejestracji i weryfikacji, jak również podczas sprawozdawczości.

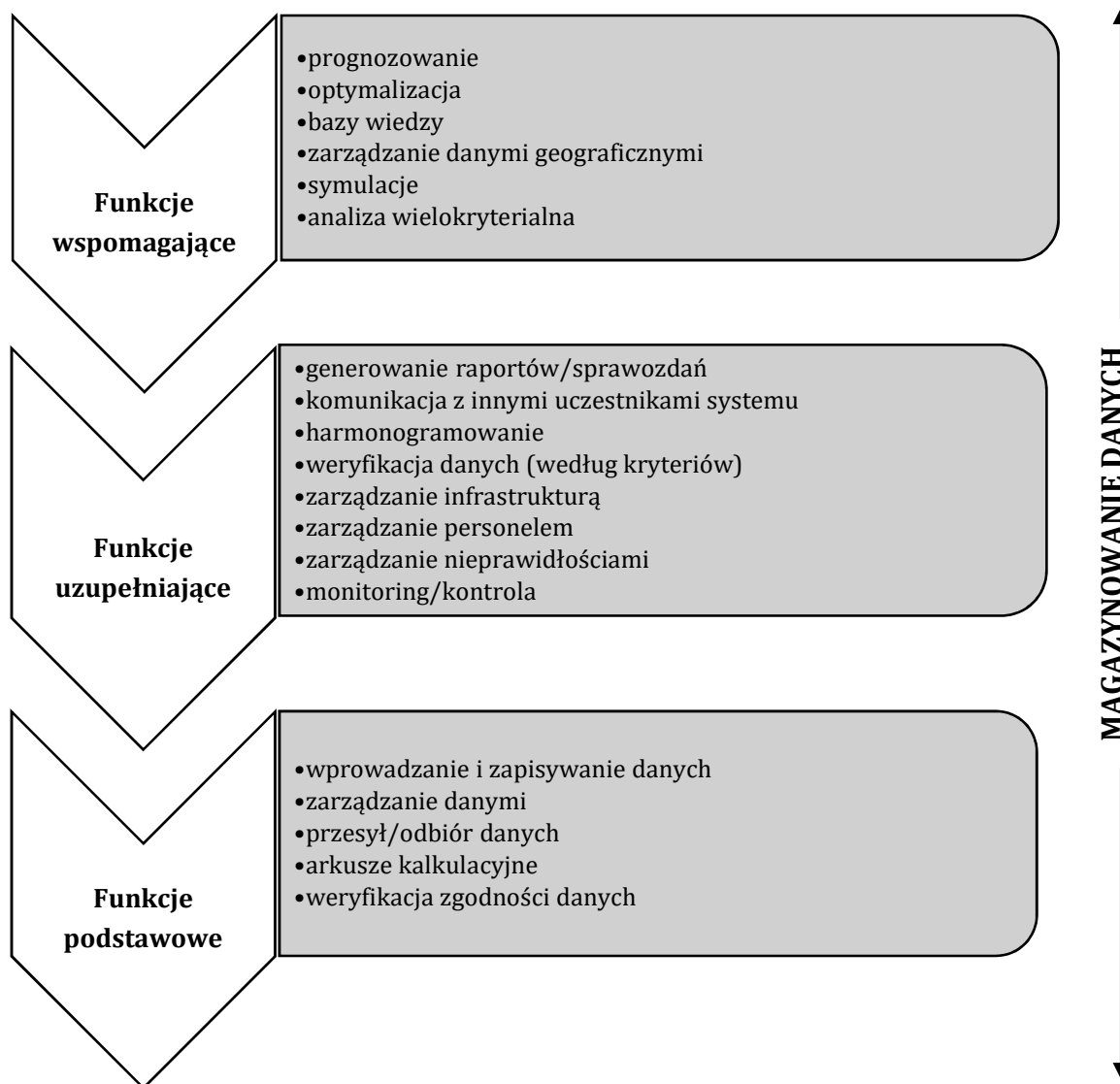
Co istotne, wszyscy uczestnicy systemu gospodarki odpadami tworzą łańcuch logistyczny usuwania odpadów. W takim podejściu współpraca przedsiębiorstw transportujących odpady, przedsiębiorstw gospodarujących odpady jak również gmin umożliwia właściwie przemieszczanie nie tylko odpadów, ale także informacji i środków finansowych. Usprawnienie tej współpracy na poziomie operacyjnym może być zapewnione poprzez zintegrowane rozwiązanie informatyczne (platformę), które zapewni przejrzystość realizacji procesów w celu zapewnienia właściwego zarządzania strumieniem odpadów według wymagań prawnych.

W związku z szerokimi możliwościami zastosowaniami systemów IT opracowano ramowe zestawienie funkcjonalności informatycznych z uwzględnieniem podziału na funkcje: podstawowe – zapewniające przetwarzanie i zapisywanie danych, uzupełniające – integrujące operacje różne grupy zadań w ramach przedsiębiorstwa oraz umożliwiające wykonywanie operacji kalkulacyjnych i raportowych, oraz wspomagające – obejmujące dodatkowy moduł analityczny bazujący na opracowanym modelu matematycznym i/lub obiektowym (rys. 4.1).

Tabela 4.2 Identyfikacja potrzeb funkcjonalnych systemów IT w odniesieniu do uczestników systemu

Uczestnik systemu	Realizowane funkcje	Potrzeby funkcjonalne systemów IT
Wytwórca (mieszkańcy i właściciele nieruchomości)	Wytwarzanie odpadów komunalnych	<ul style="list-style-type: none"> – opracowanie deklaracji, – edukacja ekologiczna, – obsługa reklamacji, – komunikacja z jednostką zarządzającą strumieniem odpadów, – dostęp do harmonogramów zbiórki odpadów.
Przedsiębiorstwo odbierające/transportujące odpady komunalne	Odbiór i transport odpadów do właściwego miejsca zagospodarowania	<ul style="list-style-type: none"> – zarządzanie flotą samochodową, – zarządzanie urządzeniami wagowymi, – obsługa reklamacji, – zamówienia i ich obsługa, – zarządzanie personelem, – tworzenie bazy danych, – zarządzanie pojemnikami, – cykliczne planowanie tras, – fakturowanie, – obsługa reklamacji, – sprawozdawczość.
Przedsiębiorstwo gospodarujące/przetwarzające odpadami komunalnymi	Zagospodarowanie odpadów zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami	<ul style="list-style-type: none"> – zarządzanie strumieniami odpadów, – sprawozdawczość w zakresie zarządzania odpadami, kontrole (np. przez gminy) i zgodność z przepisami, – weryfikacja dostarczonych odpadów i kontroli procesów zarządzania, – wsparcie obsługi klienta, – zautomatyzowanie pewnych procesów (na przykład, tworzenie cenników), – przejrzystość procesów zarządzania (w szczególności w zakresie składowania), – zdalny dostęp do informacji dla klientów, – tworzenie bazy danych, – zarządzanie personelem.
Gmina/właściwa jednostka gminna	Zarządzanie strumieniem odpadów komunalnych wytworzonych na terenie gminy	<ul style="list-style-type: none"> – monitorowanie i kontrola procesów odbioru odpadów, – informacje o odbiorach odpadów przez przedsiębiorstwa transportowe, – dokumentowanie nieprawidłowości/reklamacji, – portal obsługi mieszkańca/uczestników gminnego systemu gospodarki odpadami, – ewidencja odbioru odpadów, – harmonogramy odbiorów, – zestawienia zbiorcze i szczegółowe, – windykacje, – sprawozdawczość, – fakturowanie, – tworzenie baz danych.
Urząd Marszałkowski	Nadzór nad strumieniami odpadów w województwie	<ul style="list-style-type: none"> – monitorowanie i kontrola przepływu strumieni odpadów, – sprawozdawczość, – tworzenie baz danych.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [8, 9, 10].



Rys. 4.1 Zestawienie grup funkcjonalnych systemów IT

Źródło: Opracowanie własne.

Zestawienie funkcjonalności systemu informatycznego pozwala na syntetyczne podsumowanie roli rozwiązań informatycznych w gospodarce odpadami, do których zaliczamy:

- 1) Fundamentalne zadanie systemów IT – magazynowanie danych,
- 2) Podstawowe zadanie systemów IT – podstawowe operacje wykonywane na bazie danych,
- 3) Uzupełniające zadania systemów IT – przetwarzanie danych i ich kryterialna weryfikacja, komunikacja z innymi podmiotami,
- 4) Wspomagające zadania systemów IT – zaawansowana praca nad danymi według opracowanych modeli.

Wejście w życie nowej Ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach z 2013 roku, stanowiło dużo wyzwanie dla gmin jak również dla pozostałych uczestników systemu: przedsiębiorstw odbierających odpady oraz odpowiedzialnych za ich gospodarowanie (ze szczególnym uwzględnieniem RIPOK – Regionalnych

Instalacji Przekształcania Odpadów Komunalnych). Nałożenie na te podmioty nowych obowiązków skutkowało reorganizacją procesów oraz dostosowaniem istniejących systemów informatycznych do nowych obowiązków. Gminy, które najbardziej odczuły skutki prawnych zmian niechętnie wdrażały nowe rozwiązania informatyczne, ze względu na brak możliwości rozbudowania istniejących systemów o nowe moduły lub w obawie przed zmianą tego co w przeszłości było wystarczające. W rezultacie gminy borykają się z brakiem publicznej dostępności danych oraz ich niewiarygodnością. Dowodem słuszności tej tezy są wnioski z przeprowadzonego monitoringu gospodarki odpadami w wybranych gminach [17], gdzie przeanalizowano 300 gmin pozyskując informacje w zakresie realizacji ich nowych obowiązków. Podczas tego badania pojawiły się problemy z pozyskaniem wszystkich zaplanowanych informacji. Często udostępnione dane różniły się w zależności od źródła/dokumentu, co wynika z wielokrotnych korekt sprawozdań przekładanych w Urzędach Marszałkowskich. Również raport Najwyższej Izby Kontroli z 2015r. „Wdrożenie w gminach nowego systemu gospodarki odpadami” wyszczególnia problem zgodności danych. Te spostrzeżenia niezależnych grup ekspertów, wskazują na potrzebę usprawnienia dotychczasowych rozwiązań informatycznych, które umożliwią automatyczną weryfikację danych w celu usprawnienia wiarygodności danych oraz komunikacji pomiędzy uczestnikami systemu gospodarki odpadami.

4.3 PRZEGLĄD SYSTEMÓW IT STOSOWANYCH W GOSPODARCE ODPADAMI KOMUNALNYMI

Przeгляд systemów IT w gospodarce odpadami został dokonany według podziału na jego głównych uczestników: gminy, mieszkańców i właścicieli nieruchomości, przedsiębiorstwa przetwarzające odpady oraz firmy transportowe odbierające odpady od mieszkańców. Każdy z przykładów jest efektem dopasowania funkcjonalności do potrzeb uczestników, co w konsekwencji ma usprawnić realizowane przez nich zadania/funkcje.

4.3.1 Systemy IT w jednostkach gminnych

Zgodnie z zakresem obowiązków gmin jako jednostek zarządzających strumieniem odpadów kluczowe funkcję, które powinno zapewniać oprogramowanie to rozliczenia deklaracji, finansów i sprawozdawczość. Dodatkowymi elementami wspomagającymi może być moduł logistyki (np. harmonogramy) oraz moduł informacyjno-edukacyjny, który zapewnia komunikację i wymianę informacji z mieszkańcami (wytwórcami odpadów). Zestawienie wybranych, dostępnych na rynku narzędzi zostało przedstawione w tabeli (tabela 4.3).

Zestawienie to (tabela 4.3), uwzględnia wyłącznie wybrane funkcje uzupełniające, istotne z punktu widzenia rzeczywistych funkcji pełnionych przez jednostki gminne w systemie GOK.

Tabela 4.3 Wybrane narzędzia informatyczne wspomagające zarządzanie gospodarką odpadami w gminach

Lp.	Nazwa oprogramowania	Producent	Moduł deklaracji i rozliczeń finansowych	Moduł logistyki	Moduł sprawozdawczości	Moduł informacyjno-edukacyjny dla mieszkańców	Moduł wspomagający
1	System zarządzania „odpadywginie.com”	Profeko Sp. z o.o.	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
2	ecoSANIT gospodarka odpadami w gminie	LogicSynergy	TAK	NIE	TAK	TAK	NIE
3	Ulisses ODPADY	ULISSES	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE
4	SMOK	Solvena Management Systems Sp. z o.o.	TAK	NIE	TAK	TAK	NIE

Źródło: [16].

Należy zaznaczyć, że każdy z przedstawionych systemów IT umożliwia gminom realizowanie funkcji podstawowych, takich jak choćby wykonywanie operacji na danych. Warto również zwrócić uwagę, że producenci oprogramowania starają się stale aktualizować zakres funkcjonalności swoich systemów, wdrażając dodatkowe aplikacje wspomagające lub rozszerzając systemy o dodatkowe moduły, zgodnie ze zmieniającymi się wymaganiami stawianymi systemowi GOK oraz potrzebami ich użytkowników.

4.3.2 Systemy IT w zakładach zagospodarowania odpadów

W przypadku przedsiębiorstw zajmujących się przetwarzaniem odpadów, projektanci systemów IT umożliwiają przede wszystkim monitorowanie przepływu odpowiednich strumieni odpadów w całym procesie zagospodarowania odpadów – od momentu przyjęcia odpadów na zakładach. Konieczność cyklicznego raportowania tego strumienia stanowi również kluczowy element systemu, którego celem jest usprawnienie realizacji wszystkich działań. Oferowane na rynku rozwiązania prześcigają się z dodatkowymi możliwościami rozwiązań informatycznych, oferując użytkownikom kompleksowe zarządzanie procesami i danymi (tabela 4.4).

Należy zauważyć, że oferowane na rynku rozwiązania dla zakładów zagospodarowania odpadów oferują pełną funkcjonalność systemów dzięki automatyzacji podstawowych zadań administracyjnych, jak również poprzez odpowiednie wspomaganie procesów technologicznych.

Tabela 4.4 Wybrane narzędzia informatyczne wspomagające zarządzanie gospodarką odpadami w zakładach zagospodarowania odpadów

Lp.	Nazwa oprogramowania	Producent	Funkcjonalność
1	System ENVIRA	Solwit	<ul style="list-style-type: none"> – monitorowanie przestrzegania określonego przepływu strumieni odpadów z ich dokumentów – automatyzacja procesów, w tym tych związanych z przyjęciem i gospodarowaniem odpadami w danej instalacji – kompleksowa obsługa wykonawców, umów, pozwoleń i decyzji administracyjnych – automatyzacja przygotowania obowiązkowych raportów – cykliczne raportowanie do właściwych instytucji – optymalne zarządzanie środkami trwałymi – optymalizacja kosztów operacyjnych i kosztów pracy – uproszczenie procesu planowania, w tym planowania kosztów i stawek za przyjęcie odpadów usług – obsługa klienta
2	System Informatyczny Gospodarki Odpadami SIGO	Solvena Management Systems Sp. z o.o.	<ul style="list-style-type: none"> – obsługa punktów przyjęcia oraz ważenia odpadów – automatyczne monitorowanie i kierowanie strumienia odpadów do właściwej lokalizacji wynikającej z wydanej decyzji, – obsługa kartotek kontrahentów, cenników a także zawartych umów, – automatyczne generowanie naliczeń z tytułu realizowanych usług i eksport danych do systemów finansowo – księgowych, – obsługa magazynów według metody FIFO w instalacji, a także składowisk i wszystkich procesów logistycznych z tym związanych, – automatyczne generowanie i uzupełnianie wymaganych dokumentów w tym PZ (przyjęcie z zewnątrz), MM (przesunięcie międzymagazynowe), WZ (wydanie zewnętrzne) – obsługa automatycznego naliczania opłat z tytułu składowania odpadów oraz uwalniania gazów do atmosfery.
3	Eko-Manager	Prokhard	<ul style="list-style-type: none"> – prowadzenie rozbudowanych kartotek kontrahentów pojazdów obcych i własnych, – tworzenie i ewidencję umów i kontraktów na odbiór odpadów (indywidualne cenniki usług i opłat środowiskowych), – generowanie i pełna obsługa kart przekazania odpadów (automatyczne generowanie faktur indywidualnych i zbiorczych), – obsługa procesu ważenia z wykorzystaniem automatycznego lub półautomatycznego procesu ważenia na wagach samochodowych, – ewidencja przyjęcia odpadów z przypisaniem lokalizacji/przeznaczenia odpadu, – zdalny interfejs do tworzenia i drukowania kart przekazania odpadów, – prowadzenie kartotek, indeksów odpadów, przypisywanie domyślnej lokalizacji, – obsługa i ewidencja miejsc składowania odpadów, – kontrola poziomu wykorzystania składowiska dla wybranych lokalizacji, – kontrola czasu składowania odpadów na składowisku, – kontrola limitów dostaw odpadów dla przekazujących odpady, – generowanie i obsługę kart ewidencji odpadów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [8, 9, 10].

4.3.3 Systemy IT/ICT w przedsiębiorstwach transportujących odpady

Oferowane na rynku rozwiązania informatyczne pierwotnie dedykowane przedsiębiorstwom transportującym materiały, odnalazły również szerokie zastosowanie w systemie gospodarki odpadami. Wspomaganie procesu odbioru

odpadów, możliwe jest przez wykorzystanie następujących systemów IT oraz ICT [15]:

a) Kody kreskowe, które od lat służą do identyfikacji pozycji materiałowych w łańcuchach logistycznych, znalazły również zastosowanie w gospodarce odpadami. Kody kreskowe drukowane są na etykietach, które następnie umieszczane są na workach na odpady. Przyporządkowane są do konkretnego rodzaju odpadu oraz identyfikują wytwórcę oraz właściciela odpadów wraz z jego lokalizacją. Pracownik wyposażony w odpowiedni mobilny skaner dokonuje odczytu kodu oraz przesyła dane przez sterownik GPS do odpowiedniej aplikacji. Oprogramowanie gromadzące dane umożliwia generowanie odpowiednich raportów, zestawień oraz wizualizacji punktu odbioru odpadów. Zastosowanie kodów kreskowych w gminach może usprawnić system gospodarki odpadami poprzez monitorowanie udziału selektywnej zbiórki, a tym samym weryfikację deklaracji mieszkańców.

Przykładem systemu informatycznego wykorzystującego kody kreskowe jest *System EWISEL* (Ewidencja Selektywnej Zbiórki Odpadów). Pozwala on na identyfikację worków, ich ewidencję oraz kontrolę zgodności deklaracji mieszkańców. Główną zaletą systemu jest usprawnienie działań sprawozdawczych.

b) RFID (Radio Frequency IDentification) – w przypadku pojemników i kontenerów na odpady do ich identyfikacji służy technologia RFID wykorzystująca fale radiowe do zapisu i odczytu informacji. Metka RFID na której widnieje unikatowy kod (numer) kontenera przypisany właścicielowi, zostaje automatycznie odczytana podczas zatrzymania pojazdu wyposażonego w czytnik RFID po czym dane cyfrowe przesyłane są do terminala. Dzięki doposażeniu pojazdów w rejestratory GPS, możliwe jest odczytywanie danych o lokalizacji i czasie odbioru. Zastosowanie RFID przez przedsiębiorstwa zajmujące się odbiorem i transportem odpadów pozwala na:

- automatyczną identyfikację pojemników i kontenerów z odpadami,
- monitorowanie odbioru w ramach selektywnej zbiórki odpadów,
- identyfikację kierowców i pracowników przedsiębiorstwa oraz rozliczania ich z wykonanej pracy,
- ciągłe raportowanie czynności wykonywanych przez pracowników,
- wykrywanie nieprawidłowości poprzez sygnalizowanie realizacji niezaplanowanej trasy lub opróżnienie pojemnika niewyposażonego w metkę RFID.

c) *NaviCar GPS* – niezbędnym wyposażeniem firm transportujących odpady jest również system GPS, który umożliwia planowanie tras odbioru odpadów. *NaviCar GPS* jest systemem informatycznym bazującym na systemie nawigacji, którego funkcjonalność została rozszerzona o następujące możliwości [11]:

- podgląd wielu pojazdów jednocześnie,
- śledzenie wybranego pojazdu,
- graficzne prezentowanie trasy,
- szybkie przywołanie mapy ze wskazaniem bieżącej pozycji pojazdu,
- nanoszenie na mapę dowolnych obiektów,

- raportowanie,
- współpraca z zewnętrznymi aplikacjami.

Zgodnie z wymaganiami systemu gospodarki odpadami, dostawcy nowoczesnych rozwiązań informatycznych coraz częściej stawiają na integrację modułów oraz komunikację z pozostałymi uczestnikami łańcucha usuwania odpadów. Z analizy dostępnych na rynku systemów IT wynika jednak, że zakres tej integracji jest bardzo wąski – najczęściej spotyka się narzędzia informatyczne, które pozwalają np. na monitorowanie przez jednostki gminne tras pojazdów planowanych przez przedsiębiorstwa transportujące/odbierające odpady od mieszkańców. Kolejnym przykładem integracji uczestników systemu GOK może być opisane w następnym rozdziale rozwiązanie dedykowane mieszkańcom (rozdział 4.3.4), które pozwala gminom na prowadzenie działań edukacyjno-informacyjnych. Pojawiające się na rynku systemy integrują zdecydowanie za mało funkcji i podmiotów, które istotnie wpływają na sprawne funkcjonowanie systemu GOK i realizację jego głównego celu jakim jest zwiększenie udziału odzysku i recyklingu. W czasie rosnących wymagań środowiskowych dla gospodarki odpadami, główny nacisk powinien być położony na realizację właśnie tych celów, w związku z czym pozostałe zadania operacyjne związane z ewidencją i raportowaniem powinny być całkowicie zautomatyzowane.

4.3.4 Systemy dedykowane mieszkańcom i właścicielom nieruchomości

Systemy IT dedykowane mieszkańcom, czy te pozwalające właścicielom nieruchomości na wgląd w swoje dane i rozliczenia, są przeważnie integralną częścią systemów informatycznych przeznaczonych dla jednostek gminnych. W ramach dodatkowych modułów lub w formie specjalnej usługi, producenci oprogramowania oferują gminom możliwość wykorzystania portali internetowych jako podstawy do komunikacji z mieszkańcami. Jednym z takich portali jest portal *czystagmina.pl*, który wraz z program *GOMiG-Odpady* firmy Arisco z Łodzi, pozwala gminom na prowadzenie działań informacyjnych i edukacyjnych. Kolejnym takim systemem informatycznym jest *ecoSanit*, którego producentem jest firma LogicSynergy z Krakowa. Producenci udostępnili dla właścicieli nieruchomości aplikację mobilną *iBOP* (Internetowe Biuro Obsługi Płatnika), która pozwala na zarządzanie i wgląd w rozliczenia oraz aplikację wspomagającą kontrolę właścicieli nieruchomości nad prawidłowym gospodarowaniem odpadami komunalnymi [5, 12].

Coraz częściej również pojawiają się na rynku systemy IT lub aplikacje mobilne, które nie są związane z żadnym nadrzędnym oprogramowaniem, a realizują one niezbędne funkcje, np. pozwalają mieszkańcom na prawidłowe segregowanie odpadów komunalnych. Ciekawym przykładem takiej aplikacji jest aplikacja mobilna „*Odzyskaj.Korzystaj*”, która pozwala mieszkańcom Poznania oraz sąsiadującym z nim gminom, na lepsze segregowanie odpadów komunalnych oraz zlokalizowanie punktów selektywnej zbiórki odpadów komunalnych (PSZOK). Aplikacja posiada również niezbędne dane kontaktowe. Aplikacja ta nadal jest w fazie testów, a jej

twórcy udostępnił ją nieodpłatnie w ramach kampanii edukacyjno-promocyjnej „Odzyskaj.Korzystaj”, realizowanej w projekcie współfinansowanym ze środków Unii Europejskiej pn. „System Gospodarki Odpadami dla Miasta Poznania” [13]. Często rozpatrując system GOK i analizując identyfikowane obszary problematyczne, zapomina się o najprostszych rozwiązaniach, które pozwalają stworzyć solidne podstawy całego systemu. Na istotę segregacji „u źródła” oraz działań edukacyjnych i informacyjnych skierowanych do mieszkańców zwracają uwagę wszelkie dyrektywy Unii Europejskiej i plany gospodarki odpadami komunalnymi, jednak zdaje się, że większość osób zaangażowanych w sprawny przebieg procesów gospodarowania odpadami, o tym zapomina. Gdyby również inne gminy wprowadziły takie aplikacje w celu podniesienia świadomości ekologicznej mieszkańców, w efekcie zostałyby poprawiona efektywność systemów zbiórki odpadów segregowanych „u źródła”.

4.5 WYZWANIA PROJEKTOWE DLA INNOWACYJNYCH SYSTEMÓW IT W GOSPODARCE ODPADAMI KOMUNALNYMI – PODSUMOWANIE

Przy projektowaniu każdego systemu informatycznego najważniejszym etapem jest analiza potrzeb jego przyszłych użytkowników oraz odpowiednio dobrane narzędzie modelowania systemów i zidentyfikowanych w jego ramach procesów. System GOK, charakteryzujący się znacznym stopniem rozproszenia i istotną złożonością, wymaga indywidualnego podejścia w projektowaniu dedykowanych mu systemów IT. Autorzy niniejszego artykułu skupili się bardziej na aspektach determinujących to indywidualne podejście – czynnikach wynikających bezpośrednio z oczekiwań uczestników systemu oraz wymaganiach stawianych samemu systemowi GOK przez dyrektywy Unii Europejskiej oraz rodzime regulacje prawne.

Śmiało można stwierdzić, że brakuje w pełni kompleksowych systemów IT, które pozwalałyby na integrację funkcji pełnionych jedynie przez głównych uczestników systemu GOK. Dostępne na rynku oprogramowanie dedykowane jest konkretnym podmiotom, nie uwzględnia ono wszystkich pełnionych przez nie funkcji w systemie GOK oraz procesów, w których w jego ramach uczestniczą. Uczestnicy systemu GOK, aby móc sprawnie zarządzać systemem są zmuszeni używać wielu różnych narzędzi informatycznych, które są ze sobą niekompatybilne. Brakuje możliwości komunikacji pomiędzy odrębnymi systemami IT, co rzutuje na problemy w przepływie informacji pomiędzy poszczególnymi podmiotami systemu GOK.

Projektowany system IT dedykowany dla gospodarki odpadami komunalnymi powinien zatem charakteryzować się:

- podejściem funkcjonalnym (procesowym)
- integracją funkcji pełnionych przez różnych uczestników systemu,
- możliwością sprawnej komunikacji (przepływu danych i informacji) pomiędzy uczestnikami systemu,
- możliwością rozbudowy o moduły dodatkowe związane z dodatkowymi funkcjami pełnionymi przez poszczególnych użytkowników,
- możliwością wspomaganie decyzji na bazie opracowanych modeli.

Szerszego wyjaśnienia wymaga proponowane tutaj przez autorów podejście funkcjonalne (procesowe) i integracja funkcji. Autorzy niniejszego artykułu uważają, że przy projektowaniu innowacyjnego systemu informatycznego, system GOK powinien być rozpatrywany ze względu na funkcje (procesy), które realizują jego główne podmioty (uczestnicy). Wynika to z faktu, że każdy zidentyfikowany w systemie GOK proces posiada wielu różnych użytkowników – np. proces reklamacji integruje działania podejmowane przez mieszkańców i właścicieli nieruchomości, jednostkę gminną oraz przedsiębiorstwo odbierające/transportujące odpady. W tym przypadku najlepiej sprawdza się właśnie podejście funkcjonalne (procesowe) – zidentyfikowana w ramach systemu GOK funkcja zarządzania reklamacjami (proces reklamacji) i odpowiadający jej system powinien stać się modułem nadrzędnego systemu IT integrującego wszystkich uczestników procesu. Zakres działań, które użytkownicy będą mogli podejmować w ramach projektowanego systemu IT będzie określany przez rolę jaką pełnią w danym procesie systemu GOK.

Innowacyjny system IT dedykowany dla gospodarki odpadami komunalnymi musi uwzględniać zatem jego złożony charakter oraz charakter poszczególnych jego uczestników. Powinien również pozwalać na wprowadzanie dodatkowych modułów (funkcji) i w pełni je ze sobą integrować. Podstawą takiego systemu IT musi być sprawny przepływ danych i informacji oraz możliwości wykonywania operacji dodatkowych, które są odzwierciedleniem osobliwych funkcji realizowanych przez poszczególne podmioty systemu GOK. Oddanie złożonego charakteru systemu GOK oraz przeniesienie relacji zachodzących pomiędzy użytkownikami projektowanego systemu IT jest znacznym wyzwaniem dla producentów oprogramowania. Jednak wysiłek jaki należy podjąć, pozwoli na dokładniejsze dostosowanie systemu GOK do stawianych mu wymagań oraz w efekcie końcowym, przyczyni się do minimalizacji wytwarzanych odpadów i lepszego ich wykorzystania (zwiększenie udziału odzysku poszczególnych frakcji odpadów). Integracja wszystkich uczestników systemu GOK w jednym systemie IT pozwoli na lepsze monitorowanie przepływu strumieni odpadów, usprawni przepływ danych i informacji pomiędzy poszczególnymi podmiotami, skoordynuje działania przez nie podejmowane oraz pozwoli na stworzenie brakujących dziś narzędzi kontrolnych.

LITERATURA

- [1] M. Stępień i B. Białecka, „Identyfikacja głównych problemów gospodarki odpadami komunalnymi w świetle nowelizacji ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach na przykładzie gminy Katowice”, w *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji. Jakość i bezpieczeństwo*, J. Sitko i B. Szcześniak, red., Gliwice: P.A. NOVA, 2014, s. 184-194.
- [2] *Krajowe Inteligentne Specjalizacje (KIS)* [Online].
Dostęp: <http://krajoweintelligentnespecjalizacje.pl>
- [3] Z. Biniek, „Wybrane problemy logistyczno-informatyczne systemu gospodarowania odpadami komunalnymi”, *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych*, nr 29, 2013, s. 51-61.

- [4] M. Stępień i B. Białęcka, „The essence of communication process in waste management system”, w *Systems Supporting Production Engineering – Review of problems and solutions*, J. Kaźmierczak, red., Gliwice: P.A. Nova S.A., 2015, s. 98-108.
- [5] M. Stępień, K. Kurus i B. Białęcka, „IT systems supporting waste management in communities – an overview of innovative functions”, *Management Systems in Production Engineering*, vol. 4(20), 2015, s. 210-212.
- [6] Komisja Europejska przyjęła ambitny pakiet gospodarki o obiegu zamkniętym [Online]. Dostęp: <http://portalkomunalny.pl/komisja-europejska-przyjela-ambitny-pakiet-gospodarki-o-obiegu-zamknietym-326238/>
- [7] Z. Wąsik, *Polski biznes chce gospodarki o obiegu zamkniętym* [Online]. Dostęp: <http://www.parlamentarny.pl/gospodarka/polski-biznes-chce-gospodarki-o-obiegu-zamknietym,7915.html> [dostęp 10.06.2016]
- [8] Strona internetowa firmy SOLWIT SA [Online]. Dostęp: <http://www.solwit.com>
- [9] Strona internetowa firmy Solvena Management Systems Sp. z o.o. [Online]. Dostęp: <http://www.solvena.pl>
- [10] Strona internetowa firmy Prokhard Sp. z o.o. [Online]. Dostęp: <http://www.prokhard.pl>
- [11] Strona internetowa firmy Navisoft [Online]. Dostęp: <http://navisoft.pl>
- [12] Strona internetowa systemu IT Ecosanit firmy LogicSynergy Sp. z o.o. [Online]. Dostęp: <http://systemecosanit.pl>
- [13] *Aplikacja na smartfony pomoże poznaniakom segregować odpady* [Online]. Dostęp: <http://portalkomunalny.pl/aplikacja-na-smartfony-pomoze-w-segregacji-odpadow-329423/>
- [14] E. Owczarek-Nowak, „Zrównoważone systemy gospodarowania odpadami komunalnymi na terenie gminy – modele informatyczne”, *Prace Naukowe Głównego Instytutu Górniczo-Hutniczego, Górnictwo i Środowisko*, vol. 1, 2007, s. 71-84.
- [15] J. Majewski, *Techniki informacyjne i informatyczne w systemach logistycznych gospodarki odpadami* [Online]. Dostęp: <http://e-czytelnia.abrys.pl/dodatek-specjalny/2015-2-839/systemy-informatyczne-w-przedsiębiorstwach-komunalnych-9802/techniki-informacyjne-i-informatyczne-w-systemach-logistycznych-gospodarki-odpadami-19647>
- [16] K. Jąderko i B. Białęcka, „Decision support systems in waste management – a review of selected tools”, w *Systems Supporting Production Engineering – Review of problems and solutions*, J. Kaźmierczak, red., Gliwice: P.A. Nova S.A., 2015, s. 32-41.
- [17] *Raport – monitoring gospodarki odpadami w wybranych gminach* [Online]. Dostęp: www.tnz.most.org.pl/segregujmynaserio/raport/raport_serio.pdf
- [18] K. Jąderko i B. Białęcka, „Wybrane problemy budowy systemu gospodarki odpadami komunalnymi w świetle nowych przepisów”, w *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji. Środowisko i bezpieczeństwo w Inżynierii Produkcji*, W. Biały i A. Kuboszek, red., Gliwice: P.A. Nova S.A., 2013, s. 135-145.

WYZWANIA W PROJEKTOWANIU INNOWACYJNYCH SYSTEMÓW IT W GOSPODARCE ODPADAMI KOMUNALNYMI

Streszczenie: Niniejszy artykuł przedstawia przegląd obecnie stosowanych rozwiązań informatycznych w gospodarce odpadami komunalnymi w celu oceny ich funkcjonalności i opracowania założeń do budowy innowacyjnego, kompleksowego systemu IT wspierającego zwiększenie udziału odzysku i recyklingu odpadów.

Autorzy wskazują na potrzebę porzucenia podmiotowego podejścia do projektowania systemów IT dedykowanych systemowi gospodarki odpadami na rzecz podejścia procesowego, który integrowałby wszystkich użytkowników w ramach efektywnej realizacji poszczególnych procesów.

Słowa kluczowe: gospodarka stałymi odpadami komunalnymi, krajowe inteligentne specjalizacje, systemy IT

CHALLENGES IN DESIGNING OF INNOVATIVE IT SYSTEMS IN THE MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT

Abstract: This article provides an overview of currently used Information Technology solutions in municipal waste management in order to evaluate their functionality and to develop guidelines for building innovative, comprehensive IT system to support an increase in the share of the recovery and recycling of waste.

The authors point to the need to abandon a subjective approach to the design of IT systems dedicated to system of waste management in favor of a process' approach that would integrate all users in effective implementation of respective processes.

Key words: municipal solid waste management, national smart specialization, IT systems

mgr inż. Karolina Jąderko
Politechnika Śląska,
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: karolina.jaderko@gmail.com;

mgr Monika Stępień
Politechnika Śląska,
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: monika.stepien@polsl.pl;

prof. dr hab. inż. Barbara Białecka
Politechnika Śląska,
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: barbara.bialecka@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 06.2016

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 09.2016