

Wiktoria Sobczyk, Agnieszka Biedrawa

Systemy informatyczne w modelowaniu procesów zarządzania środowiskiem

Edukacja - Technika - Informatyka 2/1, 325-336

2011

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Systemy informatyczne w modelowaniu procesów zarządzania środowiskiem¹

Wstęp

Dynamiczny rozwój Internetu i technologii informatycznych pociągnął za sobą rozwój aplikacji udostępnianych w sieci Internet za pomocą przeglądarki e-aplikacje. Początkowo aplikacje te były statyczne, udostępniające jedynie określone dane. Obecnie jednak przekształciły się w dynamiczne systemy dające swoim użytkownikom setki funkcji [Dąbrowski, Subieta 2005].

Zarządzanie środowiskiem oznacza zarządzanie użytkowaniem, ochroną i kształtowaniem środowiska, w sposób bezpośredni i pośredni, w procesach produkcyjnych oraz w czasie pozaprodukcyjnej aktywności społeczeństwa i pojedynczych osób. Zarządzanie środowiskiem zintegrowane z ogólnym systemem zarządzania, np. w przedsiębiorstwie lub gminie, nazywa się zarządzaniem środowiskowym lub proekologicznym [Poskrobko 2003].

Rozwój techniki i technologii, związany z gospodarką odpadami komunalnymi, coraz bardziej komplikuje powiązania pomiędzy elementami tych systemów a kosztami ich funkcjonowania. W konsekwencji wzmaga to zapotrzebowanie na metody analizy i obiektywnej oceny decyzji podejmowanych w szeroko rozumianym planowaniu przestrzennym i zarządzaniu tą działalnością gospodarczą. Każda bowiem działalność, w tym szczególnie działalność na polu gospodarki odpadami komunalnymi, związana jest z celami, których osiągnięcie wymaga posiadania określonych środków. Środki te bardzo często są ograniczone i mogą być użyte w różny sposób, o czym w głównej mierze przesądzają konkretne warunki, w jakich prowadzona jest działalność (warunki techniczne, organizacyjne, prawne itd.) [Biedugnis, Podwójci, Smolarkiewicz 2003a, b].

Systemy zarządzania środowiskowego w sformalizowanej formie funkcjonują na świecie od wielu lat. W początkach lat 90. XX w. Międzynarodowa Organizacja Standaryzacyjna opublikowała normę ISO 14001, a Unia Europejska Rozporządzenie Rady z dnia 29 VI 1993 r. nr 1836/93, dopuszczające dobrowolny udział organizacji z sektora przemysłowego w systemie ekozarządzania i audytu Wspólnoty Europejskiej (tzw. rozporządzenie EMAS), które miały umożliwiać organizacjom formalne wykazanie się właściwym stosunkiem do środowiska. Od tego też momentu możemy mówić o rozwoju sformalizowanych systemów zarządzania środowiskowego, który przejawia się wzrostem popular-

¹ Publikacja zrealizowana w ramach pracy statutowej nr 11.11.100.482.

ności tych systemów i rosnącą liczbą certyfikacji na całym świecie [Lisowska-Mieszkowska 2007].

1. Systemy informacyjne i systemy wspomaganie decyzji

Coraz większe wymagania stawiane w zakresie ochrony i zarządzania zasobami środowiska wymagają zastosowania zaawansowanych systemów informatycznych, w szczególności rozbudowanych systemów wspomaganie decyzji (ang. *Decision Support Systems* – DSS). Najczęściej są to specjalizowane programy komputerowe, wykorzystujące inteligentne techniki przetwarzania informacji. W praktyce niełatwe jest wyróżnienie najważniejszych cech sytuacji decyzyjnej i ujęcie ich w modelu, głównie dlatego, że tę samą sytuację można przedstawić za pomocą kilku modeli, a od wyboru modelu zależą szanse jego efektywnego rozwiązania. Zastosowanie DSS w planowaniu gospodarki odpadami może być bardzo użytecznym narzędziem przy monitorowaniu tego sektora gospodarki pomimo wymagania dużych zasobów informacji [Górniak-Zimroz 2007].

W latach 90. XX w. amerykańscy naukowcy podjęli próby dalszego rozwoju i wdrażania modeli i narzędzi komputerowych w gospodarce odpadami, zwanych przestrzennymi systemami wspomaganie decyzji (ang. *Spatial Decision Support Systems* – SDSS). Przykładem takiego zintegrowanego systemu wspomaganie decyzji w zarządzaniu odpadami może być *Municipal Solid Waste Management Systems Planning*, który łączy działanie bazy wiedzy, arkusza kalkulacyjnego oraz optymalizacyjnego i symulacyjnego modelu. System ten umożliwiał prognozowanie morfologii i masy produkowanych odpadów komunalnych, jak również form ich unieszkodliwiania. Pozwalał także na projektowanie sposobów zbiórki, unieszkodliwiania i utylizacji odpadów oraz na szacowanie kosztów zastosowanych rozwiązań. Kolejnym plusem systemu była możliwość przeprowadzenia symulacji i modelowania zmian w systemie zarządzania odpadami.

W Polsce wykorzystanie systemów wspomaganie decyzji oraz modeli matematycznych i geograficznych systemów informacyjnych w gospodarce odpadami nie jest powszechne. W 1984 r. w Instytucie Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Katowicach powstał System Informatyczny Gospodarki Odpadami w Polsce SIGOP. W bazie gromadzone były informacje o wytwórcach odpadów niebezpiecznych, o ilościach odpadów, o instalacjach służących do gospodarowania odpadami i wyspecjalizowanych w tej dziedzinie firmach. System ten dostarczał wytwórcom odpadów gotowe rozwiązania modelowe, technologiczne i organizacyjne [www.odpady.org.pl].

Drugim systemem był System Informatyczny Gospodarki Odpadami Przemysłowymi SIGOP, prowadzony w ramach realizacji Państwowego Monitoringu Środowiska przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska. Służył do gromadzenia i przetwarzania danych na temat odpadów przemysłowych i niebezpiecznych, ich wytwórców i składowisk. System ten został opracowany w 1993 r. przez Centrum Gospodarki Odpadami w Katowicach [Kraszewski 2003].

System Informatyczny Gospodarki Odpadami Mineralnymi SIGOM został opracowany w 1995 r. Program ten umożliwiał gromadzenie informacji o odpadach mineralnych z górnictwa i przeróbki kopalin oraz z energetyki, ich właściwościach, wielkości produkcji, kierunkach wykorzystania i ilości nagromadzonych odpadów na składowiskach [www.igo.katowice.pl].

Obecnie na szczeblu krajowym i wojewódzkim funkcjonują dwa rodzaje systemów informacji na temat gospodarki odpadami. Centralny System Odpadowy (CSO) funkcjonuje na zasadzie współpracy z 16 Wojewódzkimi Systemami Odpadowymi (WSO). System działa na podstawie zapisu art. 37 Ustawy z 27 kwietnia 2001 r. o odpadach. W bazie gromadzone są dane dotyczące odpadów wytworzonych w sektorze gospodarczym, sposobów zagospodarowania odpadów, instalacji do zagospodarowania odpadów, osadów ściekowych, opakowań, decyzji i rejestrów administracyjnych, planów gospodarki odpadami, opłat produktowych. Atutem tego systemu jest kompleksowe gromadzenie danych, tj. ujęcie wielu cennych informacji w jednym systemie.

WSO pozwala na analizę stanu gospodarowania odpadami, prowadzonego przez urząd marszałkowski danego województwa, oraz informacji uzupełniających, podawanych przez urzędy statystyczne. Udostępnianie danych z baz następuje na zasadach określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie warunków i zakresu dostępu do wojewódzkiej bazy danych, dotyczącej wytwarzania i gospodarowania odpadami. Inne dane są udostępniane na zasadach określonych w Ustawie Prawo Ochrony Środowiska i Ustawie o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko. WOS oraz CSO udostępniane są drogą elektroniczną przez Internet na podstawie hasła dostępu. Pracownicy poszczególnych urzędów powiatowych i gminnych otrzymują dostęp tylko do fragmentów baz dotyczących gospodarki odpadami na ich terenie. Ilości odpadów wytworzonych i zagospodarowanych nie bilansują się. Taki stan rzeczy uniemożliwia wyciągnięcie jakichkolwiek wniosków na temat gospodarowania odpadami na danym obszarze [Gwoździewicz, Witkowska-Kita 2007].

Dobrze zaprojektowany i zbudowany system wspomagania decyzji w gospodarce odpadami spełnia cele strategiczne. Pozwala na identyfikację źródeł powstawania odpadów, na ilościową i jakościową charakterystykę odpadów, na inwentaryzację i zarządzanie obiektami związanymi z gospodarką odpadami. System taki umożliwia także implementację zaproponowanych modeli zarządzania gospodarką odpadami komunalnymi, ze szczególnym uwzględnieniem charakteru terenów (np. terenów przyrodniczych).

Obecnie nie ma systemów wspierających gospodarkę odpadami na terenach prawnie chronionych (tu: parkach narodowych) [Sobczyk, Biedrawa 2010]. Wydaje się zatem konieczne prowadzenie dalszych badań i tworzenie odpowiednich systemów umożliwiających wskazanie modeli (wariantów) zarządzania odpadami na terenach przyrodniczo cennych.

2. Nowy system zarządzania odpadami komunalnymi

Obecnie na wielu forach diskutowany jest nowy system zarządzania odpadami komunalnymi. W celu poprawy stanu środowiska i możliwości finansowych gmin proponuje się stworzenie regionalnego systemu zagospodarowania odpadów (Regionalne Zakłady Zagospodarowania Odpadów). Regionalizacja gospodarki odpadami komunalnymi polega na podjęciu przez kilka jednostek samorządu terytorialnego współpracy dla realizacji i eksploatacji systemu odzysku i utylizacji odpadów. Uruchomienie Regionalnych Zakładów Zagospodarowania Odpadów ma szereg bezsprzecznych zalet:

- ograniczenie nakładów inwestycyjnych i finansowych w skali gminy,
- obniżenie kosztów eksploatacyjnych,
- możliwość finansowania kompleksowych technologii wykorzystania i unieszkodliwiania odpadów.

Rozwiązania międzygminne są szczególnie wskazane dla niewielkich gmin o małej liczbie mieszkańców i małych budżetach oraz gmin z terenami przyrodniczo cennymi. Na dużych obiektach łatwiejsze są także działania chroniące środowisko, ograniczające niszczący wpływ niewłaściwej gospodarki odpadami na tereny przyrodniczo cenne.

Spośród rozwiązań dla racjonalnego systemu zarządzania gospodarką odpadami w gminie z terenami przyrodniczo cennymi należy wymienić następujące modele współpracy:

- współpraca międzygminna (regionalny zakład zagospodarowania odpadów) dotyczy wszystkich elementów technologicznych, a więc zarówno eksploatacji zakładów zagospodarowania odpadów (kompostownia, sortownia, stacja recyklingu, składowisko), jak i systemu zbiórki odpadów i surowców;
- współpraca międzygminna (regionalny zakład zagospodarowania odpadów) obejmuje wyłącznie obiekty zagospodarowania odpadów, natomiast zbiórkę organizują indywidualnie poszczególne gminy;
- współpraca międzygminna (regionalny zakład zagospodarowania odpadów) obejmuje wyłącznie jeden obiekt zagospodarowania odpadów, np. sortownię lub kompostownię.

3. Warianty modelu

W opracowaniu wariantów i algorytmów postępowania modelu wykorzystane zostały dane pochodzące głównie z bazy Wojewódzkiego Systemu Odpadów, Głównego Urzędu Statystycznego i Wojewódzkiego Urzędu Statystycznego w Krakowie, ankietyzacji gmin zarządzających składowiskami i instalacjami do odzysku i unieszkodliwiania odpadów, Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2010, 2014, Planu Gospodarki Odpadami Województwa Małopolskiego 2010.

W modelowaniu gospodarki odpadami wzięto pod uwagę: aktualny stan gospodarki odpadami, prognozowane zmiany w zakresie gospodarki odpadami, działania zmierzające do poprawy sytuacji w zakresie gospodarowania odpadami.

- Algorytm wyboru optymalnego modelu zarządzania gospodarką odpadami:
- jeżeli na obszarze gminy znajdują się tereny przyrodniczo cenne, a procentowy udział odpadów biodegradowalnych przekracza 60%, to należy wprowadzić zalecenia z wariantu 1; gdy są dzikie wysypiska, to dodatkowo wariant 2a lub 2b;
 - jeżeli procentowy udział odpadów biodegradowalnych jest mniejszy niż 60% i na obszarze gminy nie ma terenów przyrodniczo cennych, to należy wprowadzić zalecenia z wariantu 1a; gdy są dzikie wysypiska, to dodatkowo wariant 2;
 - jeżeli na obszarze gminy znajdują się tereny przyrodniczo cenne oraz znaczący odsetek (>40%) odpadów stanowią surowce wtórne, to należy wprowadzić zalecenia z wariantu 1b; gdy są dzikie wysypiska, to dodatkowo wariant 2a lub 2b;
 - jeżeli procentowy udział surowców wtórnych jest mniejszy niż 40% i na obszarze gminy nie ma terenów przyrodniczo cennych, to należy wprowadzić zalecenia z wariantu 1c; gdy są dzikie wysypiska, to dodatkowo wariant 2;
 - jeżeli na terenach gminy z terenami przyrodniczo cennymi występują dzikie wysypiska śmieci, należy bezzwłocznie wdrożyć wariant 2a i b;
 - jeżeli na terenach gminy występują dzikie wysypiska śmieci, należy bezzwłocznie wdrożyć wariant 2.

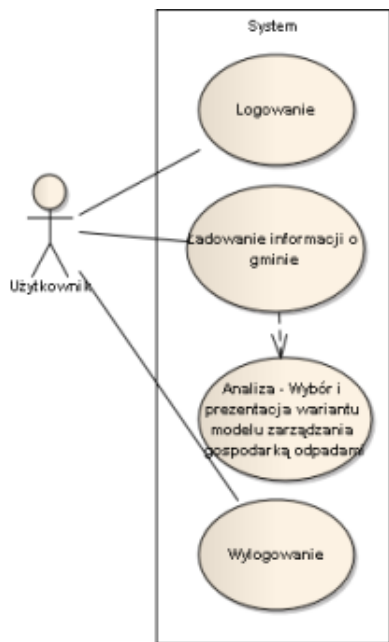
Przy planowaniu systemu zagospodarowania odpadów każda gmina z terenami przyrodniczo cennymi powinna wziąć pod uwagę fakt, że posiada na swoich terenach bogactwo, jakim są m.in. parki narodowe, krajobrazowe, obszary Natura 2000, pomniki przyrody.

Jako wniosek ostateczny z wszystkich badań proponuje się wdrożenie wariantu 3 w którejkolwiek z gmin (dla władz samorządowych i gmin).

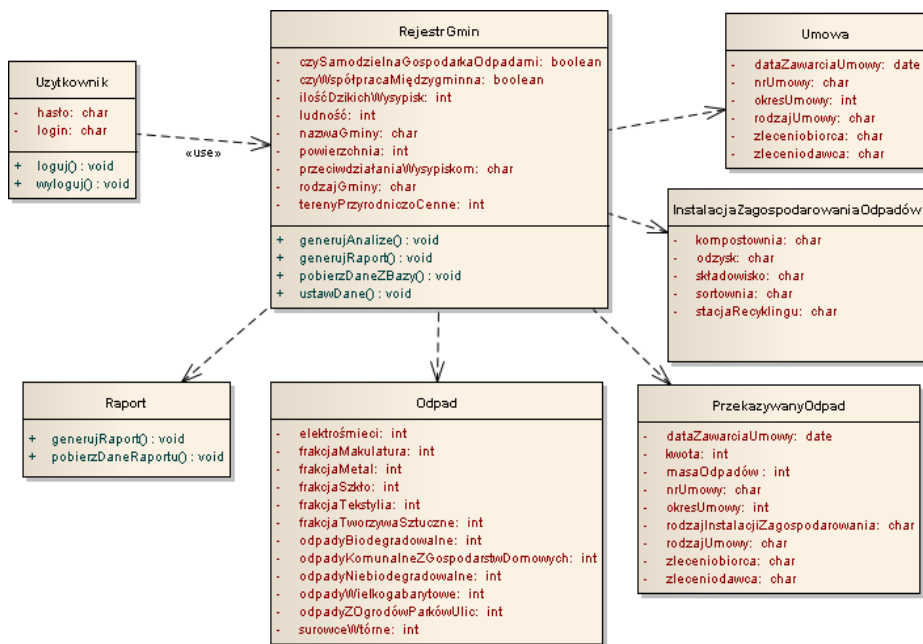
4. Model zarządzania gospodarką odpadami komunalnymi w gminie z terenami przyrodniczo cennymi – e-aplikacja

E-aplikację opracowano w modelu klient-serwer, w którym klientem jest przeglądarka internetowa, a serwerem serwer www. Zbierane dane są przechowywane w relacyjnej bazie danych MySQL. Założono następujące wymagania wobec e-aplikacji:

- 1) zebranie danych o gminie, odpadach, systemach zagospodarowania odpadów, terenach przyrodniczo cennych oraz dostępnych instalacjach unieszkodliwiania odpadów;
- 2) wskazanie (na podstawie zebranych danych) zalecanego modelu zarządzania gospodarką odpadami w gminie z terenami przyrodniczo cennymi;
- 3) generowanie raportów dotyczących zebranych danych i zalecanych wariantów modelu zarządzania odpadami. Do opracowania projektu aplikacji wykorzystano m.in. język UML (*Unified Modeling Language*).



Rys. 1. E-aplikacja do wyboru modelu zarządzania gospodarką odpadami

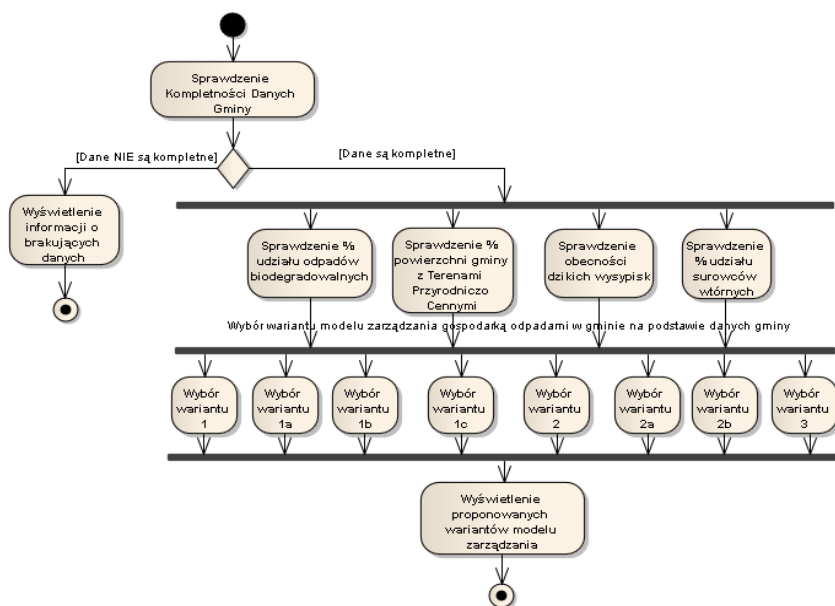


Rys. 2. Diagram klas

Głównym zadaniem tego języka jest definiowanie, konstruowanie, obrazowanie i dokumentowanie części składowych systemu informatycznego. Ma on opisać, co system ma robić, a nie jak stworzyć ten system. Model funkcjonalny e-aplikacji przedstawiają diagramy UML (rys. 1–3).

Diagram przypadków użycia prezentuje możliwe działania w systemie usługi, które system (e-aplikacja do wyboru modelu zarządzania gospodarką odpadami) udostępnia aktorom, tj. użytkownikom przeglądarki w przypadku tej e-aplikacji.

Na diagramie klas przedstawiona jest struktura systemu e-aplikacji, tj. klasy i zależności między nimi (rys. 2).



Rys. 3. Diagram aktywności

Diagram aktywności przedstawia czynności elementów i użytkowników systemu e-aplikacji (rys. 3).

E-aplikacja „Racjonalna gospodarka odpadami komunalnymi w gminie z terenami przyrodniczo cennymi” jest przeznaczona dla wszystkich wytwórców i przetwórców odpadów, władz samorządowych oraz każdego mieszkańca gminy. Aplikacja ta umożliwi kontrolę oraz wybór racjonalnego systemu gospodarki odpadami właściwego dla danej gminy. Pozwala także na precyzyjne i zgodne z prawem klasyfikowanie wytworzonych, przekazywanych lub odbieranych odpadów, wybór właściwej metody zagospodarowania odpadów, przygotowanie i wydrukowanie raportów, eksport dokumentów. Oprogramowanie udostępnione jest jako aplikacja internetowa. System podzielony jest na kilka modułów.

Moduł danych podstawowych zawiera informacje podstawowe, tj. nazwę gminy, powierzchnię, liczbę ludności, wiadomość o terenach przyrodniczo cennych, charakter prowadzonej gospodarki odpadami oraz występowanie dzikich wysypisk odpadów. Dane te wprowadzane będą przez gminy dla uzyskania ostatecznego wariantu modelu. Moduł ten pozwoli na późniejsze powiązanie danych z kolejnych formatek i wskazanie właściwego sposobu zagospodarowania odpadów w gminie z uwzględnieniem terenów przyrodniczo cennych.

Moduł umów odpowiedzialny jest za utrzymanie informacji o zawartych umowach na każdy rodzaj działalności związanej bezpośrednio z gospodarką odpadami. Moduł ilości odpadów zawiera informacje o masie odpadów wytworzonych w gminie, masie odpadów podzielonych na frakcje (odpady biodegradowalne, odpady niebiodegradowalne, nadające się do użytku wtórnego itp.). Moduł ten jest najważniejszym ogniwem aplikacji ze względu na informacje o stanie gospodarki odpadami w gminie. Wskaże on procentowy udział poszczególnych rodzajów odpadów, dzięki czemu da odpowiedź na wprowadzenie właściwych sposobów zagospodarowania odpadów.

Moduł przekazania odpadów zawiera ewidencję wydawania odpadów do odbiorców zewnętrznych. Moduł analiz pozwoli na dostosowanie metody zagospodarowania odpadów w gminie z uwzględnieniem rodzaju odpadów (największy odsetek frakcji odpadu) oraz charakteru przyrodniczego gminy (procentowy udział terenów przyrodniczo cennych). Moduł raport jest to narzędzie do generowania raportów.

E-aplikacja pozwala na wygenerowanie wariantu modelu zarządzania gospodarką odpadami w gminie z terenami przyrodniczo cennymi. Po wprowadzeniu wszystkich potrzebnych danych użytkownik otrzyma na wyjściu wariant modelu zarządzania ze wskazówkami sposobu implementacji.

5. Narzędzia użyte do opracowania e-aplikacji

Do opracowania prototypu modelu zarządzania gospodarką odpadami komunalnymi w gminie z terenami przyrodniczo cennymi zastosowano następujące narzędzia:

- edytor tekstowy Notepad++ 5.8.6 na licencji GPL (<http://notepad-plus-plus.org>),
- serwer WWW Apache 2.2.16, PHP 5.2.14, baza danych MySQL 5.0.84,
- wykresy Google <http://code.google.com/intl/pl/apis/chart/index.html>),
- klasy PHP do raportów PDF (<http://mpdf1.com/manual/index.php>; <http://sourceforge.net/projects/phphtml2pdf>, <http://www.fpdf.org>; <http://code.google.com/p/dompdf/>, <http://www.tcpdf.org/>).

Do używania aplikacji jest wymagana jedynie przeglądarka internetowa oraz połączenie z siecią Internet. Model jest opublikowany pod następującym adresem <http://home.agh.edu.pl/~biedrawa/model/>. Opisana wyżej e-aplikacja sta-

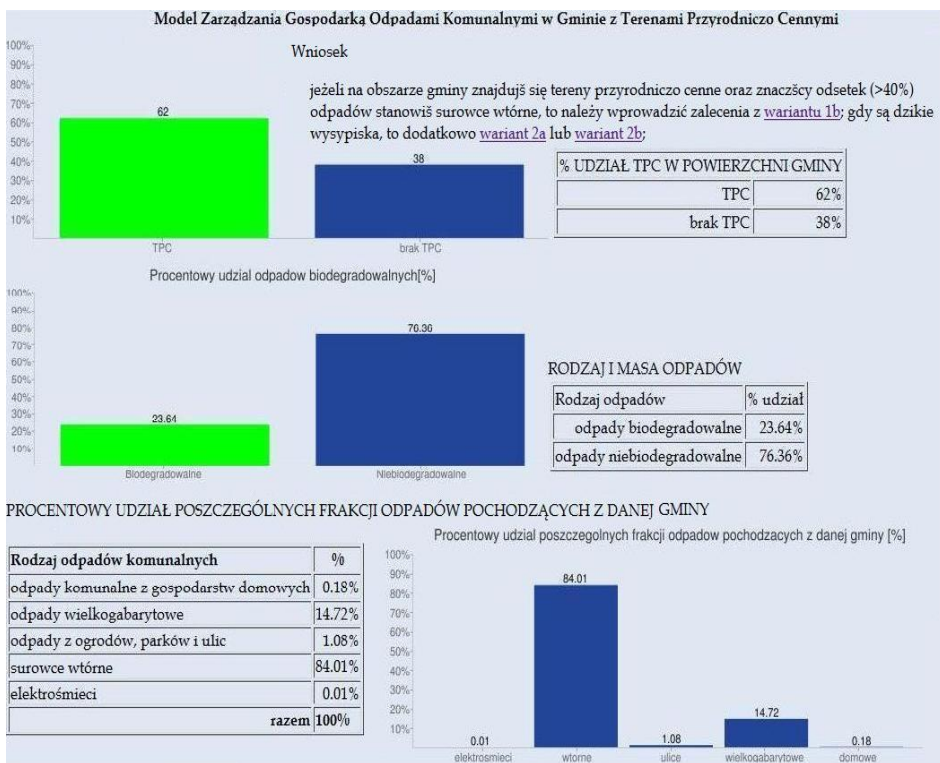
nowi tylko jedną z propozycji implementacji systemu informatycznego. Te same funkcjonalności można zbudować za pomocą zupełnie innych technologii.

6. Przebieg działania e-aplikacji na przykładzie gminy Czarny Dunajec (Małopolska)

Poniżej przedstawiono przykładowe działanie e-aplikacji (kolejne kroki i rys. 4, 5), która da wskazówkę do prowadzenia właściwej gospodarki odpadami w danej gminie. E-aplikacja po wprowadzeniu danych i określeniu charakteru gminy i odsetka powierzchni terenów prawnie chronionych na wyjściu przedstawi właściwy wariant zarządzania gospodarką odpadami komunalnymi.

Kroki:

- logowanie do e-aplikacji,
- wprowadzanie podstawowych danych o gminie,
- wprowadzanie danych o zawartych umowach dotyczących gospodarki odpadami,
- określanie rodzaju i masy odpadów powstających w gminie,
- sposoby zagospodarowania odpadów – rodzaj zawartej umowy.



Rys. 4. Analiza danych i wskazanie wariantu zarządzania gospodarką odpadami

Opis wariantów

WARIANT 1B

Ze względu na charakter gminy i procentowy udział frakcji odpadów, jako główny system zagospodarowania odpadów wprowadzić: **recykling i kompostowanie oraz ostatecznie ekologiczne składowanie**. Jeżeli gmina nie posiada na swoim terenie stacji recyklingu lub kompostowni w tym celu należy nawiązać **współpracę międzygminną** "polegającą na wymianie odpadów między gminami bez terenów przyrodniczo cennych a gminami z terenami przyrodniczo cennymi". **Wymiana musi polegać na dostarczaniu odpadów nie nadających się do wtórnego użytku lub kompostowania z gmin z terenami przyrodniczo cennymi na składowiska odpadów znajdujące się w sąsiednich lub niedaleko oddalonych gminach bez terenów prawie chronionych.**

Do rozpatrzenia:

1. Odległość między stacjami recyklingu, kompostowniami i składowiskami odpadów w sąsiadujących gminach
2. Ocena masy odpadów produkowanych.
3. Koszty transportu
 - a) transport odpadów niebiodegradowalnych,
 - b) transport odpadów biodegradowalnych,
 - c) wykorzystanie odpadów biodegradowalnych na terenach przyrodniczo cennych-kompostowanie i tworzenie szkółek leśnych,
 - f) wtórne wykorzystanie odpadów niebiodegradowalnych: tworzywa sztuczne-produkcja ławek i przywóz do parków narodowych, produkcja polarów i sprzedaż w schroniskach jako reklama parku i sposobu bezpiecznego zagospodarowania odpadów.
4. Bilans kosztów i opłacalności.
 - a) ocena kosztów wywozu odpadów i utylizacji,
 - b) finansowa pomoc międzygminna w budowie wspólnej stacji recyklingu i kompostowni.

Wniosek: jeśli koszty te same lub nieco wyższe, ale korzyść dla ochrony środowiska:

WDROŻYĆ

WARIANT II A

Ocena strat w środowisku, spowodowanych istnieniem coraz większej liczby dzikich wysypisk śmieci.

Do rozpatrzenia:

1. Ile jest dzikich wysypisk śmieci na terenach prawnie chronionych.
2. Ocena szkód w środowisku przyrodniczym: dewastacja krajobrazu, zanieczyszczenia gleb, migracja metali ciężkich do gleb i wód, zanik estetyki krajobrazu, groźba skażenia epidemiologicznego.
3. Koszty odnowy zniszczonego środowiska naturalnego.
4. Koszty odbudowy siedlisk przyrodniczych, ekosystemu i dziedzictwa kulturowego.
5. Koszty likwidacji dzikich wysypisk.
6. Bilans kosztów i opłacalności.

Wniosek: jeśli według oceny ekspertów straty w środowisku są wyższe niż koszty likwidacji:

WDROŻYĆ SYSTEM LIKWIDACJI DZIKICH WYSYPISK

WARIANT IIB

Ocena strat w środowisku, spowodowanych istnieniem coraz większej liczby dzikich wysypisk śmieci, a możliwość ograniczenia ich powstawania poprzez prowadzenie edukacji ekologicznej społeczeństwa.

Do rozpatrzenia:

1. Ile jest dzikich wysypisk śmieci
2. Ocena szkód w środowisku przyrodniczym: dewastacja krajobrazu, zanieczyszczenia gleb, migracja metali ciężkich do gleb i wód, zanik estetyki krajobrazu, groźba skażenia epidemiologicznego.
3. Koszty likwidacji dzikich wysypisk
4. Koszty prowadzenia powszechnej edukacji ekologicznej społeczeństwa, szczególnie z terenów przyrodniczo cennych.
5. Bilans efektywności prowadzonej edukacji ekologicznej.
6. Bilans kosztów i opłacalności.
 - a) stałe finansowanie likwidacji dzikich wysypisk- niekończąca się walka,
 - b) możliwość dotarcia do społeczeństwa poprzez edukację ekologiczną i zmiana ich przyzwyczajęń- edukacja ekologiczna formalna i nie formalna, pikniki ekologiczne, strony internetowe, zebrania w gminie, spotkania z mieszkańcami, plakaty, ulotki, happening, audycje w lokalnej telewizji i radiu.

Wniosek: z ekonomicznego punktu widzenia powszechna edukacja ekologiczna daje większe wymierne efekty i jest tańsza niż likwidacja dzikich wysypisk. "Ucząc oszczędzasz- większy potencjał na przyszłość!":

WDROŻYĆ SYSTEM LIKWIDACJI DZIKICH WYSYPISK

Rys. 5. Opis wariantów modelu zarządzania gospodarką odpadami w gminie z terenami przyrodniczo cennymi

Zakończenie

Za właściwą i racjonalną gospodarkę odpadami na obszarach prawnie chronionych odpowiadają mieszkańcy i władze samorządowe. Zarządzanie gospodarką odpadami wymaga kompleksowego planowania. Obecnie odchodzi się od systemu indywidualnego, gminnego, a wprowadza się system zintegrowany, w którym połączone gminy będą obsługiwane przez regionalne zakłady zagospodarowania odpadów (zso). Jest to rozwiązanie korzystne i bezpieczne dla środowiska oraz opłacalne dla wytwórców odpadów.

Zaproponowany model zarządzania gospodarką odpadami wiąże się z priorytetowym podejściem do problemu odpadów. Przedstawiona e-aplikacja może być wskazówką przy doborze optymalnego modelu zarządzania odpadami komunalnymi w gminie z terenami przyrodniczo cennymi.

Literatura

- Biedugnis S., Podwójci P., Smolarkiewicz M. (2003a), *Zarządzanie gospodarką odpadami komunalnymi w skali mikro- i makroregionalnej*, Warszawa.
- Biedugnis S., Podwójci P., Smolarkiewicz M. (2003b), *Optymalizacja gospodarki odpadami komunalnymi w skali mikro- i makroregionalnej*, Warszawa.
- Dąbrowski W., Subieta K. (2005), *Podstawy inżynierii oprogramowania*, Warszawa.
- Górnica-Zimroz J. (2007), *Wykorzystanie systemów wspomagania decyzji w gospodarce odpadami*, „Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Studia i Materiały”, nr 3, Wrocław.
- Gwoździwicz B., Witkowska-Kita B. (2007), *Bazy danych o odpadach – zbieranie danych*, „Recykling”, nr 9/81.
- Kraszewski A., red. (2003), *System Informacyjny Inspekcji Ochrony Środowiska Ekoinfonet*, Politechnika Warszawska, Instytut Systemów Inżynierii Środowiska, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Lisowska-Mieszkowska E. (2007), *Systemy zarządzania środowiskowego – rozwój i funkcjonowanie w Polsce*, „Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych”, nr 30, Warszawa.
- Poskrobko B. (2003), *Teoretyczne i praktyczne podstawy nauki o zarządzaniu środowiskiem*, „Ekonomia”, nr 1(23).
- Sobczyk W., Biedrawa A. (2010), *Gospodarka odpadami komunalnymi w parkach narodowych Kanady i Stanów Zjednoczonych*, „Inżynieria Ekologiczna”, nr 23.
- www.igo.katowice.pl
- www.odpady.org.pl

Streszczenie

Systemy informatyczne jako modele zarządzania środowiskiem lub jego częściami składowymi rozwinęły się ze względu na coraz szersze zapotrzebowanie na informację o środowisku i jego ochronie przed zagrożeniami. W ni-

niejszym artykule podjęto próbę opracowania prototypowego systemu informacyjnego, wspomagającego zarządzanie gospodarką odpadami komunalnymi w gminie z terenami przyrodniczo cennymi. W systemie uwzględniono wyniki wcześniej przeprowadzonych badań i analiz.

Słowa kluczowe: zarządzanie środowiskiem, gospodarka odpadami, ochrona środowiska.

Information systems in the modeling process of environmental management

Abstract

Information systems as models for environmental management, or its component parts, have evolved due to the increasing demand for information about the environment and its protection against threats. This article attempts to develop a prototype system, assisting the management of municipal waste in the municipality of valuable natural areas. The system takes into account the results of previously conducted research and analysis.

Key words: environmental management, waste management, protection of environment.