

Izabela SÓWKA¹, Maria SKRĘTOWICZ¹, Jerzy ZWOŹDZIAK¹ i Joanna KUNECKA¹

ZASTOSOWANIE GIS DO INWENTARYZACJI PRZEMYSŁOWYCH ŹRÓDEŁ EMISJI ODORÓW

APPLICATION OF GIS TECHNIQUE TO INVENTORY OF INDUSTRIAL ODOUR EMISSION SOURCES

Abstrakt: Emisja odorów z zakładów przemysłowych (obok obiektów rolniczych i gospodarki komunalnej) jest częstą przyczyną skarg ludności. Zwłaszcza przetwórstwo rolno-spożywcze, w tym procesy powstawania produktów i półproduktów spożywczych oraz towarzysząca im konieczność nadania właściwego smaku, zapachu oraz wyglądu, a także odpowiedniej trwałości i zwiększenie przyswajalności, mogą być przyczyną emisji odorów. Zapachy mogą być powodem problemów zdrowotnych lub uczucia dyskomfortu. Uzasadnione wydaje się zatem, aby w działaniach z zakresu ochrony środowiska, a także ochrony społeczeństwa przed skutkami emisji odorów w pierwszej kolejności dokonać kompleksowej inwentaryzacji pod względem poziomu emisji zapachu, a następnie lokalizacji obiektów przemysłowych będących potencjalną przyczyną zapachowej uciążliwości. Systemy GIS znalazły szerokie zastosowanie w ochronie środowiska. Stosuje się je m.in. w celach analitycznych, wdrożeniowych, w zarządzaniu środowiskiem i jego monitoringu, ale również w inwentaryzacji przestrzennych źródeł zanieczyszczeń (zanieczyszczenia gazowe, pyły). W pracy przedstawione zostaną wyniki analiz przestrzennych, w postaci map lokalizacji obiektów przemysłowych, z wybranych działalności gospodarczych, na terenie województw: mazowieckiego, dolnośląskiego oraz śląskiego. Wizualizacja przestrzenna danych statystycznych pozwoliła na określenie obszarów (w zakresie powiatów, gmin), na których wybrana działalność gospodarcza (np. produkcja i przetwórstwo mięsa, ryb, cukru) może być przyczyną uciążliwości zapachowej.

Słowa kluczowe: związki złownone, działalność gospodarcza, uciążliwość zapachowa, analiza przestrzenna, GIS

Pomimo licznych badań nie został stwierdzony jednoznacznie bezpośredni wpływ odorów na człowieka, jak to jest w przypadku substancji o ściśle określonych właściwościach toksycznych [1]. O ich uciążliwości jednak świadczą liczne skargi ludności mieszkającej w sąsiedztwie obiektów emitujących gazy złownone [2]. Do głównych źródeł emisji odorów zaliczyć należy obiekty gospodarki komunalnej, rolnictwo oraz zakłady przemysłowe. W przypadku źródeł przemysłowych szczególnie znaczącą rolę odgrywa przemysł spożywczy, w tym m.in. przetwórstwo mięsa i ryb, przetwórstwo owoców i warzyw, produkcja cukru, piwa, mleka, olejów spożywczych [3]. Aby skutecznie ocenić możliwość wystąpienia uciążliwości zapachowej powodowanej przez przemysł rolno-spożywczy na danym obszarze, konieczne wydaje się przeprowadzenie inwentaryzacji obiektów przemysłu spożywczego na nim występujących.

W pracy przedstawiono wyniki inwentaryzacji zakładów należących do gałęzi przemysłu spożywczego, przeprowadzonej na obszarze trzech wybranych województw: mazowieckiego, dolnośląskiego oraz śląskiego. Do wykonania projektu posłużono się narzędziami GIS (*Geographic Information System*), umożliwiającymi wizualizację na mapach rozkładu przestrzennego obiektów oraz wykonanie analiz przestrzennych.

Narzędzia i metodologia

System Informacji Geograficznej (GIS) jest systemem pozyskiwania, gromadzenia, weryfikowania, analizowania, transferowania i udostępniania danych przestrzennych.

¹ Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wroclawska, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, email: izabela.sowka@pwr.wroc.pl

W szerokim rozumieniu obejmuje metody i środki techniczne, takie jak: sprzęt i oprogramowanie, bazy danych przestrzennych, organizację, zasoby oraz ludzi zainteresowanych jego funkcjonowaniem [4].

Systemy GIS coraz powszechniej są wykorzystywane w wielu dziedzinach gospodarki i nauki, m.in.: ewidencji gruntów i budynków, planowaniu przestrzennym, zarządzaniu kryzysowym, górnictwie, transporcie i logistyce, meteorologii i klimatologii oraz coraz częściej w ochronie środowiska [5, 6]. Rozwój narzędzi GIS w ochronie środowiska pozwala przede wszystkim skuteczniej zarządzać środowiskiem naturalnym, ustalać granice obszarów chronionych, monitorować zanieczyszczenie wszystkich jego komponentów, przewidywać skutki klęsk ekologicznych czy prognozować rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń [7, 8].

Przed przystąpieniem do projektu GIS należy odpowiednio jasno określić jego cel i spodziewane efekty końcowe oraz ustalić strukturę baz danych. Budowa baz danych przestrzennych jest bardzo ważnym elementem projektu. Przyjęta struktura baz danych decyduje o dalszych możliwościach wykonywania różnego typu operacji, jak analizy przestrzenne czy geostatystyczne. Dlatego właśnie tak ważny jest sam etap planowania projektu. W projektach GIS pracuje się z danymi o charakterze przestrzennym. Nie są one więc przedstawione tradycyjnie, w formie tabelarycznej, ale w postaci warstwy cyfrowej, gdzie każdy obiekt reprezentowany jest przez punkt ulokowany w konkretnym miejscu w przestrzeni [9]. W praktyce oznacza to, że dane oprócz przypisanych im atrybutów mają również konkretną lokalizację w przestrzeni, określoną przez współrzędne geograficzne podane w przyjętym układzie współrzędnych. W Polsce najczęściej stosowanymi układami są PUWG 1992 (mapy w skali 1:10000 i skale mniejsze, w szczególności mapy topograficzne) oraz PUWG 2000 (mapy w skalach większych od 1:10000, czyli przede wszystkim mapy zasadnicze oraz ewidencyjne). Układ PUWG 1992 stanowi podstawę tworzenia baz danych obiektów topograficznych, ogólnogeograficznych, tematycznych hydrograficznych, zoologicznych i glebowo-rolniczych, numerycznego modelu terenu i ortofotomapy [10]. Dane uzyskuje się w różny sposób, w zależności od potrzeb i możliwości, najczęściej poprzez: zakup danych (np. z instytucji państwowych, jak GUS czy WIOŚ), zakup licencji na korzystanie z danych (na określony czas, do określonych celów) lub poprzez wykonanie albo zlecenie pomiaru [6]. Bazy danych muszą być przygotowane lub przekonwertowane do takiego formatu, aby mogły być odczytane przez oprogramowanie GIS. Przygotowane bazy danych należy wprowadzić do programu GIS i zdefiniować współrzędne danych. Wyniki pracy z danymi przestrzennymi w programie mogą być przedstawione w formie prezentacji graficznej (mapy lub wykresy) lub tabelarycznej (raporty, statystyki). Najczęściej stosowaną formą prezentacji wyników są mapy [5].

Inwentaryzacja obiektów przemysłu spożywczego na terenie wybranych województw

Budowa baz danych

Zgodnie z procedurą tworzenia projektu GIS, podano cel planowanej inwentaryzacji zakładów przemysłowych, jakim było ustalenie ich rozmieszczenia na terenie wybranego województwa, aby umożliwić określenie obszarów narażonych na uciążliwość zapachową oraz ocenę natężenia potencjalnej uciążliwości. Ponieważ w przemyśle spożywczym

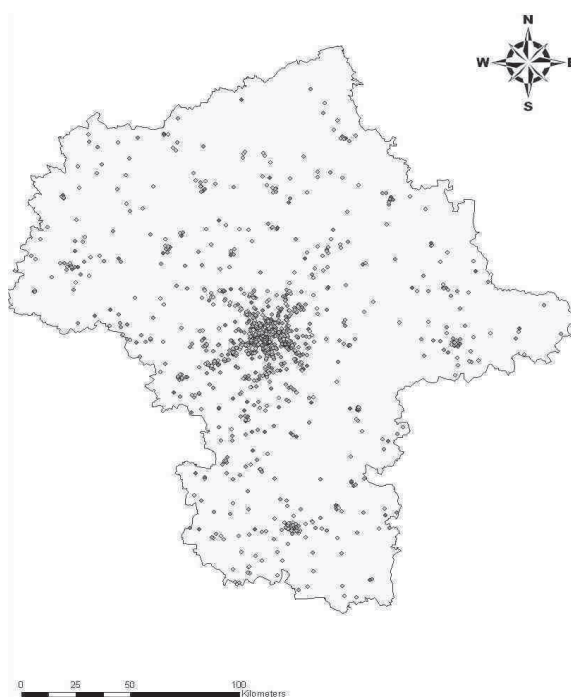
występuje wiele rodzajów produkcji, wybrano kilka, najważniejszych pod względem uciążliwości zapachowej branż, oznaczonych następującymi kodami działalności PKD7 (*Polska Klasyfikacja Działalności 2007*):

- 10.11.Z - przetwarzanie i konserwowanie mięsa, z wyłączeniem mięsa z drobiu i królików,
- 10.20.Z - przetwarzanie i konserwowanie ryb, skorupiaków i mięczaków,
- 10.32.Z - produkcja soków z owoców i warzyw,
- 10.39.Z - pozostałe przetwarzanie i konserwowanie owoców i warzyw,
- 10.41.Z - produkcja olejów i pozostałych tłuszczów płynnych,
- 10.42.Z - produkcja margaryny i tłuszczów jadalnych,
- 10.51.Z - przetwórstwo mleka i wyrób sera,
- 10.72.Z - produkcja sucharów i herbatników, produkcja konserwowanych wyrobów ciastkarskich i ciastek,
- 10.81.Z - produkcja cukru,
- 10.82.Z - produkcja kakao, czekolady i wyrobów cukierniczych,
- 10.83.Z - przetwórstwo herbaty i kawy,
- 10.84.Z - produkcja przypraw,
- 10.91.Z - produkcja gotowej paszy dla zwierząt gospodarskich,
- 11.01.Z - destylowanie, rektyfikowanie i mieszanie alkoholi,
- 11.02.Z - produkcja win gronowych,
- 11.05.Z - produkcja piwa,
- 12.00.Z - produkcja wyrobów tytoniowych,
- 14.20.Z - produkcja wyrobów futrzarskich.

Dane teleadresowe zakładów przemysłowych wybranych działalności gospodarczych w każdym województwie pozyskano z Głównego Urzędu Statystycznego właściwego dla danego województwa. Na podstawie adresów firm zawartych w bazach danych ustalono ich współrzędne geograficzne i skonstruowano przestrzenne bazy danych. Na etapie przygotowania pozyskanych z GUS-u baz danych pojawiły się trudności związane z jakością oraz aktualnością danych. Pomimo corocznej aktualizacji bazy, wiele adresów było nieaktualnych, a podane w zestawieniu firmy już nie istniały. Kolejnym problemem były niepełne dane. Zdarzało się, że w adresie była podana tylko nazwa miejscowości lub tylko ulicy, bez numeru. Aby w projekcie podać informację o dokładności lokalizacji poszczególnych obiektów, wprowadzono do bazy danych pole oznaczone jako kod dokładności lokalizacji obiektu. Były to liczby od 1 do 7, gdzie '1' oznaczony był obiekt zlokalizowany z dokładnością do numeru posesji, natomiast '7' obiekt zlokalizowany z dokładnością do najbliższej miejscowości, ponieważ nie znaleziono współrzędnych dla miejscowości, w której znajdował się zakład. Ostatecznie przygotowane bazy danych zawierały informacje dotyczące: kodu PKD7, nazwy i lokalizacji zakładu (województwo, powiat, poczta, kod pocztowy, miejscowość, ulica, numer posesji), liczby pracowników w zakładzie, lokalizacji (współrzędne geograficzne) oraz kodu dokładności.

Analizy przestrzenne w ArcGIS i wizualizacja wyników

Przygotowane bazy danych wprowadzono do programu ArcGIS [11]. Aby określić lokalizację obiektów w przestrzeni, zdefiniowano ich współrzędne zawarte w bazie danych i zadeklarowano układ współrzędnych. Za podkład wykorzystano mapy konturowe poszczególnych województw oraz powiatów należących do tych województw z aplikacji IMAGIS, dla których zadeklarowano ten sam układ współrzędnych co dla danych o obiektach przemysłowych. Zastosowano układ współrzędnych PUWG 1992. Na podstawie wprowadzonych punktów utworzono pliki shape i wykonano operacje na danych.

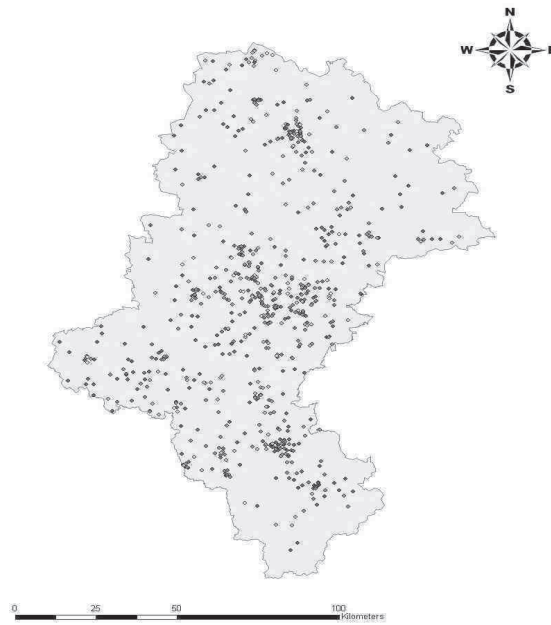


Rys. 1. Rozmieszczenie zakładów należących do przemysłu rolno-spożywczego, będących potencjalnym źródłem emisji zapachów na terenie województwa mazowieckiego

Fig. 1. Distribution of agro-food industry plants that are potential sources of odor emissions in the province of Mazovia

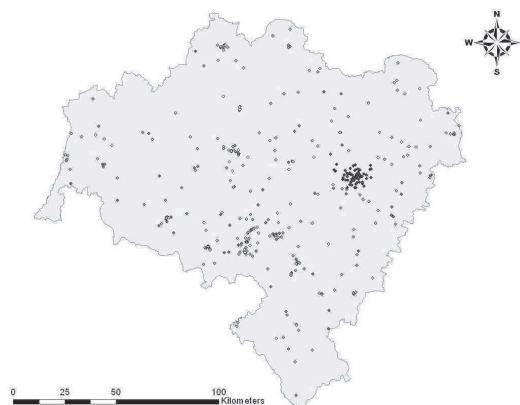
Obiektom nadano odpowiednią symbolikę w zależności od PKD7 oraz w zależności od liczby pracowników danego zakładu. Wykorzystano w tym celu klasyfikację danych jakościowych. Zróżnicowanie symboliki według PKD7 polegało na nadaniu obiektowi oznaczonemu poszczególnym kodem PKD7 np. innej barwy. Kolejną operacją było wyodrębnienie obiektów o poszczególnych kodach PKD7 i utworzenie z nich nowych plików shape, a następnie zróżnicowanie każdego rodzaju działalności według liczby pracowników. Zróżnicowanie to polegało na nadaniu odpowiedniej barwy oraz rozmiaru

obiektom o poszczególnych przedziałach liczby pracowników: 0-9, 10-49, 50-249, 250-999, >1000.



Rys. 2. Rozmieszczenie zakładów należących do przemysłu rolno-spożywczego, będących potencjalnym źródłem emisji zapachów na terenie województwa śląskiego

Fig. 2. Distribution of agro-food industry plants that are potential sources of odor emissions in the province of Silesia



Rys. 3. Rozmieszczenie zakładów należących do przemysłu rolno-spożywczego, będących potencjalnym źródłem emisji zapachów na terenie województwa dolnośląskiego

Fig. 3. Distribution of agro-food industry plants that are potential sources of odor emissions in the province of Lower Silesia

Wyniki zostały przedstawione w formie graficznej w postaci map w formacie JPG oraz w niektórych przypadkach w formie wykresów. Każda wygenerowana mapa zawierała podstawowe elementy, takie jak: podziałkę, legendę i strzałkę północy. Na rysunkach 1-3 przedstawiono przykładową prezentację kartograficzną wyników dla analizowanych województw.

Podsumowanie i wnioski

Systemy GIS są w ochronie środowiska coraz powszechniej stosowane i spełniają ważną rolę przede wszystkim w monitoringu i zarządzaniu środowiskiem. Dzięki zastosowaniu technik GIS można łatwo i szybko zlokalizować obiekty będące potencjalnym źródłem zanieczyszczeń, prowadzić obserwacje poziomu stężeń zanieczyszczeń wszystkich komponentów środowiska, ustalać granice obszarów chronionych oraz modelować rozkład zanieczyszczeń.

Wykonanie projektu inwentaryzacji obiektów przemysłowych z branży rolno-spożywczej potencjalnie uciążliwych zapachowo na terenie wybranych województw pozwoliło na określenie rozkładu przestrzennego tych obiektów na analizowanych obszarach oraz na szybkie wyszukiwanie obiektów o określonych atrybutach lub lokalizacji. W trakcie realizacji zadania zwrócono uwagę na problemy związane z jakością pozyskanych danych.

Ocenę prawdopodobieństwa i poziomu występowania uciążliwości zapachowej przy wykorzystaniu techniki GIS na danym obszarze przeprowadzono na podstawie zagęszczenia obiektów przemysłowych, rodzaju występujących tam działalności i wielkości zakładu. Ponieważ nie posiadano informacji na temat wielkości produkcji poszczególnych zakładów, założono, że wielkość zakładu jest proporcjonalna do podanej w bazach danych liczby pracowników. Jak wynika z rysunku 1, największe skupiska analizowanych obiektów znajdują się w okolicy dużych aglomeracji miejskich: w województwie mazowieckim - okolice powiatu Warszawa, w województwie śląskim - obszar GOP-u (Górnośląski Okręg Przemysłowy) oraz okolice Częstochowy i Bielska-Białej, w województwie dolnośląskim natomiast okolice powiatu Wrocław. Dzięki klasyfikacji według PKD7 można było określić, którego rodzaju działalności w danym województwie i danym rejonie jest najwięcej. Na tej podstawie stwierdzono, że w województwie mazowieckim dominują zakłady mięsne zajmujące się przetwarzaniem i konserwowaniem mięsa z wyłączeniem mięsa z drobiu i królików (10.11.Z), przetwórcze owoców i warzyw (10.39.Z) oraz zakłady produkujące wyroby futrzarskie (14.20.Z). W województwie śląskim są to również zakłady mięsne (10.11.Z), przetwórcze owoców i warzyw (10.39.Z) i produkcja wyrobów futrzarskich (14.20.Z) oraz zakłady zajmujące się produkcją sucharów i herbatników (10.72.Z). Natomiast w województwie dolnośląskim wśród najczęściej występujących działalności wyróżnić można, jak w poprzednich przypadkach, zakłady mięsne (10.11.Z) i zajmujące się wyrobami futrzarskimi (14.20.Z) oraz zakłady produkujące suchary i herbatniki (10.72.Z). We wszystkich trzech rozpatrywanych województwach przeważają zakłady małe i średnie, do 249 pracowników. W województwie mazowieckim zlokalizowano 35 zakładów o liczbie pracowników powyżej 250 (Warszawa oraz okolice Radomia, Piaseczna i Ostrołęki), w województwie śląskim 12 takich zakładów (głównie GOP, Bielsko-Biała i okolice Żywca),

a w województwie dolnośląskim 2 (Wrocław i Trzebnica). Wśród dużych zakładów przeważają zakłady o kodach działalności PKD7: 10.11.Z, 10.39.Z, 10.51.Z, 10.81.Z, 11.05.Z, ogólnie uważane za uciążliwe pod względem zapachowym. Wszystkie powyższe wnioski zostały wysunięte na podstawie wykonanych analiz w programie ArcGIS oraz sporządzonych i zapisanych w formacie JPG map.

Literatura

- [1] Rutkowski J., Kośmider J. i Szklarczyk M.: Substancje odorotwórcze w środowisku. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1995.
- [2] Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B. i Wyszyński B.: Odory. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2002.
- [3] Kasztelen A.: *Oddziaływanie przemysłu spożywczego na środowisko naturalne*. Przemysł Spożywczy 2008, **10**, 60-65.
- [4] Gaździcki J.: Leksykon geomatyczny. Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej, Warszawa 2001.
- [5] Longley A., Goodchild M.F. i Maguire D.J.: GIS. Teoria i praktyka. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2006.
- [6] Gotlib D., Iwaniak A. i Olszewski R.: GIS. Obszary zastosowań. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2007.
- [7] Program ochrony powietrza dla strefy miasto Koszalin, w której został przekroczony poziom docelowy benzo[a]pirenu w powietrzu wykonywany przez BSiPP EKOMETRIA Sp. z o.o. Gdańsk 2009.
- [8] Usowicz B. i Usowicz Ł.: *Punktowe pomiary wilgotności gleby a jej przestrzenny rozkład na polach uprawnych*. Acta Agrophys., 2004, **4**(2), 573-588.
- [9] Kulig A., Lelicińska-Serafin K., Podedworna J. i Sinicyn G.: *Identyfikacja, inwentaryzacja i charakterystyka źródeł odorantów w gospodarce komunalnej w Polsce*. [W:] Współczesna problematyka odorów. Szykowska M.I. i J. Zwoździak J. (red.). Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010, 14-53.
- [10] Osada E.: Krajowy system informacji o terenie. Wyd. Naukowe Dolnośląska Szkoła Wyższa, Wrocław 2009.
- [11] <http://www.esripolska.com.pl>

APPLICATION OF GIS TECHNIQUE TO INVENTORY OF INDUSTRIAL ODOUR EMISSION SOURCES

Institute of Environmental Protection Engineering, Wrocław University of Technology

Abstract: Odour emissions from industrial facilities (next to the objects of agricultural and municipal management), is a common cause of complaints of the population. In particular, food processing, including product and intermediate food products development processes and accompanying need to give: the proper taste, smell and appearance, and adequate durability and increased bioavailability, may be the reason of odour emissions. Emissions that may be associated with the occurrence of health risk or discomfort. Therefore, it seems reasonable that the environmental protection activities and the protection of society against the effects of odour emissions, to make first a comprehensive inventory of emissions in terms of odour, but also the location of industrial facilities that are a potential cause of odour nuisance. GIS systems have found wide application in environmental protection. They are used, *inter alia*, for the purposes of analysis, implementation, but also in spatial inventory of pollution sources (gaseous pollutants, particulate matter). The paper will present the results of spatial analysis in the form of maps of the location of industrial facilities, from selected economic activities, in Mazovia, Silesia and Lower Silesia. Spatial statistical analysis allowed the identification of areas (in terms of counties, municipalities) in which the selected economic activities (eg production and processing of meat, fish, sugar) can be a reason of odour nuisance.

Keywords: economic activity, odour nuisance, spatial analysis