

WYKORZYSTANIE SYSTEMÓW INFORMACJI PRZESTRZENNEJ (GIS) W GOSPODARCE OSADAMI ŚCIEKOWYMI W AGLOMERACJI GÓRNOŚLĄSKIEJ

Streszczenie

Osady ściekowe stanowią nieodłączny element oczyszczania ścieków. Zgodnie z Krajowym Planem Gospodarki Odpadami 2014 30% wytwarzanych osadów ściekowych ma być poddanych unieszkodliwieniu termicznemu do roku 2020.

Zasadność użycia termicznych metod przekształcania osadów ściekowych jest uzależniona od szeregu czynników, przede wszystkim od wilgotności i własności paliwowych osadów, jak również od odległości dzielącej oczyszczalnię ścieków od zakładów.

Celem pracy jest przedstawienie zastosowania Systemów Informacji Przestrzennej w zagospodarowaniu osadów ściekowych. W świetle planów budowy Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych dla Aglomeracji Górnośląskiej sprawdzono potencjalne lokalizacje pod kątem dostępności osadów ściekowych z pobliskich oczyszczalni. Do tego celu wykorzystano oprogramowanie ArcGIS by ESRI i wraz z dodatkiem Network Analyst przeprowadzono analizy sieciowe dostępności osadów ściekowych.

WSTĘP

Z dniem 1 stycznia 2016 roku zacznie obowiązywać zakaz składowania osadów ściekowych niespełniających wymagań określonych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 8 stycznia 2013 r. [11]. Krajowy Plan Gospodarki Odpadami Komunalnymi 2014 przewiduje zwiększenie do 30 % udziału termicznych metod unieszkodliwiania osadów ściekowych do 2020 roku [13].

W Województwie Śląskim planowano budowę Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych (ZTPOK) w jednej spośród dziewięciu proponowanych lokalizacji. Docelowo zakład miał być wybudowany w Rudzie Śląskiej z przystosowaniem do współspalania osadów ściekowych w ilości 18 300 Mg/rok (90 % s.m.) [6,9]. W sprawozdaniach z Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOSK) można znaleźć informacje, że w Województwie Śląskim w roku 2013 wytworzono 60743,15 Mg s.m. osadów ściekowych, wobec czego praca zakładu znacząco zwiększyłaby udział termicznych metod unieszkodliwiania osadów ściekowych.

Warto się zastanowić nad wykorzystaniem systemów informacji przestrzennej w planowaniu zagospodarowania osadów ściekowych wytwarzanych w pobliżu planowanych lokalizacji ZTPOK w Aglomeracji Górnośląskiej. W tym celu przeprowadzono przestrzenną analizę sieciową w programie ArcGIS by ESRI z rozszerzeniem Network Analyst, wykorzystującym algorytm zachłanny Dijkstry [1,4,5]. Dla każdej lokalizacji wyznaczono obszary w odległościach odpowiednio 10, 15, 20, 25, 30 kilometrów od ZTPOK. Dla każdego obszaru zostały zliczone oczyszczalnie ścieków oraz zsumowano ilość wytwarzanych osadów ściekowych w 2013 roku.

1. GEOPRZESTRZENNY MODEL GOSPODARKI OSADAMI ŚCIEKOWYMI

1.1. Założenia modelu

Oczyszczalnie Ścieków

Do analizy przyjęto oczyszczalnię ścieków wyszczególnioną w sprawozdaniu KPOSK dla Województwa Śląskiego z roku 2013. Po przeglądzie raportu założono wzięcie do analizy 139 pracujących oczyszczalni ścieków, które wytworzyły w 2013 roku 60743,15 Mg s.m. osadów ściekowych [19]. Nie analizowano oczyszczalni niepracujących oraz oczyszczalni w budowie. Na Rysunku 1 przedstawiono lokalizacje analizowanych oczyszczalni ścieków.

Zgodnie z „Zasadą bliskości” omówioną w Ustawie o Odpadach z 2012 roku [15] zostało założone unieszkodliwienie osadów ściekowych wytworzonych na terenie Województwa Śląskiego wewnątrz województwa wobec czego nie analizowano oczyszczalni województw ościennych.

Punkty przeróbki osadów ściekowych

Jako punkty przeróbki osadów ściekowych założono potencjalne lokalizacje instalacji Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych dla Górnośląskiego Związku Metropolitalnego [9]:

1. Teren Miejskiego Zakładu Przetwarzania Odpadów Komunalnych „Lipówka II” w Dąbrowie Górniczej,
2. Teren po północnej stronie drogi DK 94 w rejonie ul. Piotrkowskiej, Sosnowiec Śródula Północ,
3. Teren w rejonie ul. Grenadierów w Sosnowcu,
4. Teren w rejonie ul. Krakowskiej w Katowicach-Szopienicach,
5. Teren w rejonie ul. Katowickiej w Mysłowicach,
6. Teren w południowo-wschodniej części Mysłowic pomiędzy autostradą A4 a rzeką Przemszą,
7. Teren w Rudzie Śląskiej – dzielnica Halemba – przy ulicy P. Skargi na działce PKE S.A. Elektrowni Halemba,

8. Teren w Rudzie Śląskiej – dzielnica Ruda – przy ulicy Szyb Walenty, na działce obok Zespołu Ciepłowni Przemysłowych „Carbo-Energia” Sp. z o.o.,

9. Teren w Zabrze przy ulicy Wolności, na działce Elektrociepłowni Zabrze S.A.

Na Rysunku 1 przedstawiono lokalizacje analizowanych potencjalnych lokalizacji instalacji Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych.

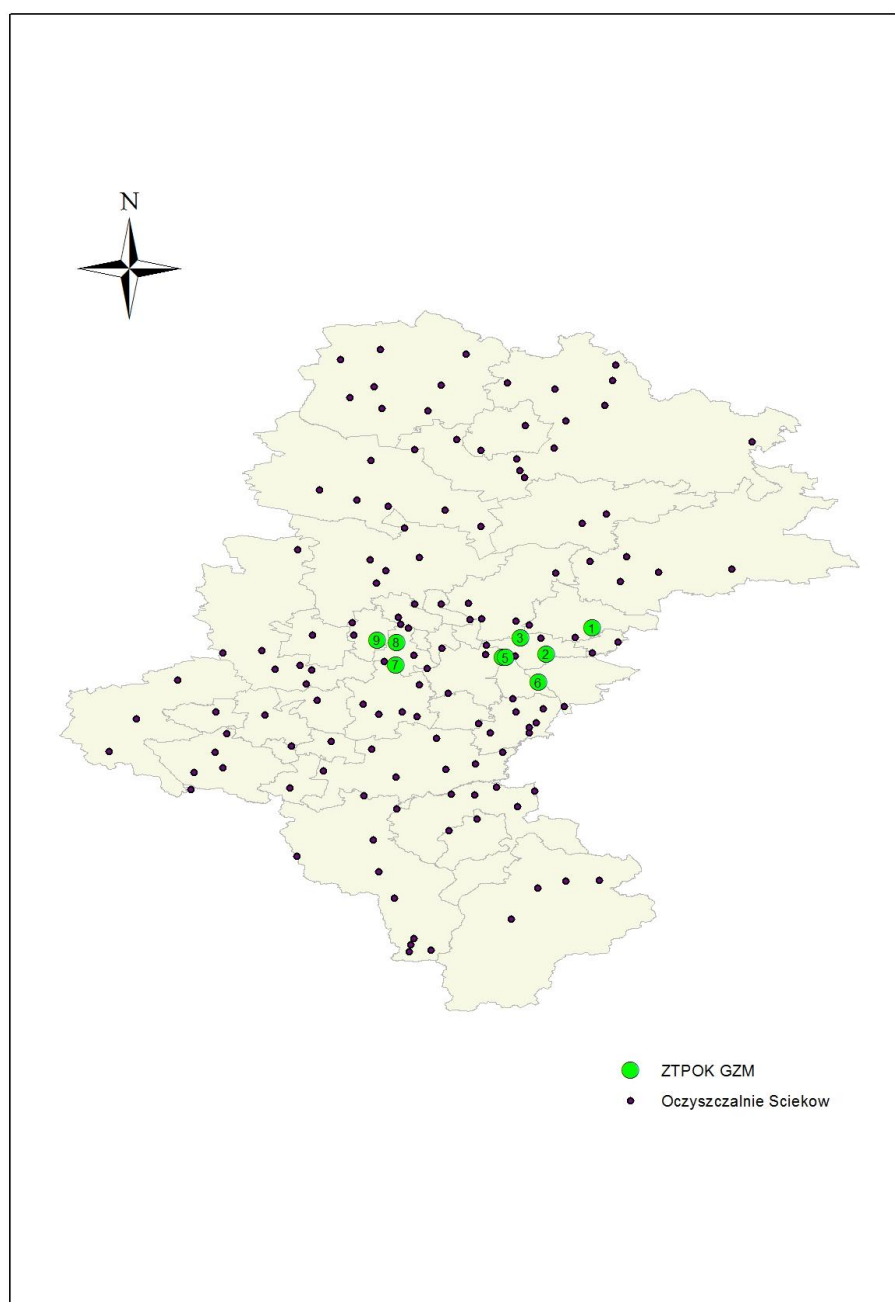
Sieć dróg

W modelu zastosowano sieć dróg o następujących znacznikach jakie są dostępne w projekcie OpenStreetMaps

Tab. 1. Oznaczenia dróg samochodowych w projekcie OpenStreetMaps [21]:

Oznaczenie	Rodzaj dróg
highway = motorway	Autostrady
highway = trunk	Drogi ekspresowe
highway = primary	Drogi krajowe
highway = secondary	Drogi wojewódzkie
highway = tertiary	Drogi powiatowe
highway = unclassified	Drogi gminne
highway = residential	Drogi w miastach oraz ogólnie drogi w terenie zabudowanym
highway = service	Drogi serwisowe. Dojazdy do parkingów, drogi wewnątrzsiedlowe, transport wewnątrzzakładowy itp.

W analizie wykorzystano pliki Shapefile z 07 lipca 2015 roku, udostępniane przez firmę Geofabrik [18]. W związku z zauważaną niekompletnością bazy OpenStreetMap model nie zakłada ograniczeń związanych z transportem osadów takich jak nośność



Rys. 1. Lokalizacje analizowanych oczyszczalni ścieków oraz potencjalne lokalizacje ZTPOK [9, 19]

mostów i wiaduktów czy zakazów wjazdu dla pojazdów [4].

Zgodnie z „Zasadą bliskości” omówioną w Ustawie o Odpadach [15] z 2012 roku zostało założone unieszkodliwienie osadów ściekowych wytworzonych na terenie Województwa Śląskiego wewnątrz województwa, wobec czego użyto sieć dróg obejmujących Województwo Śląskie oraz 5 kilometrów dróg województw ościennych. Sieć dróg przedstawiono na Rysunku 2.

Network Analyst by ESRI

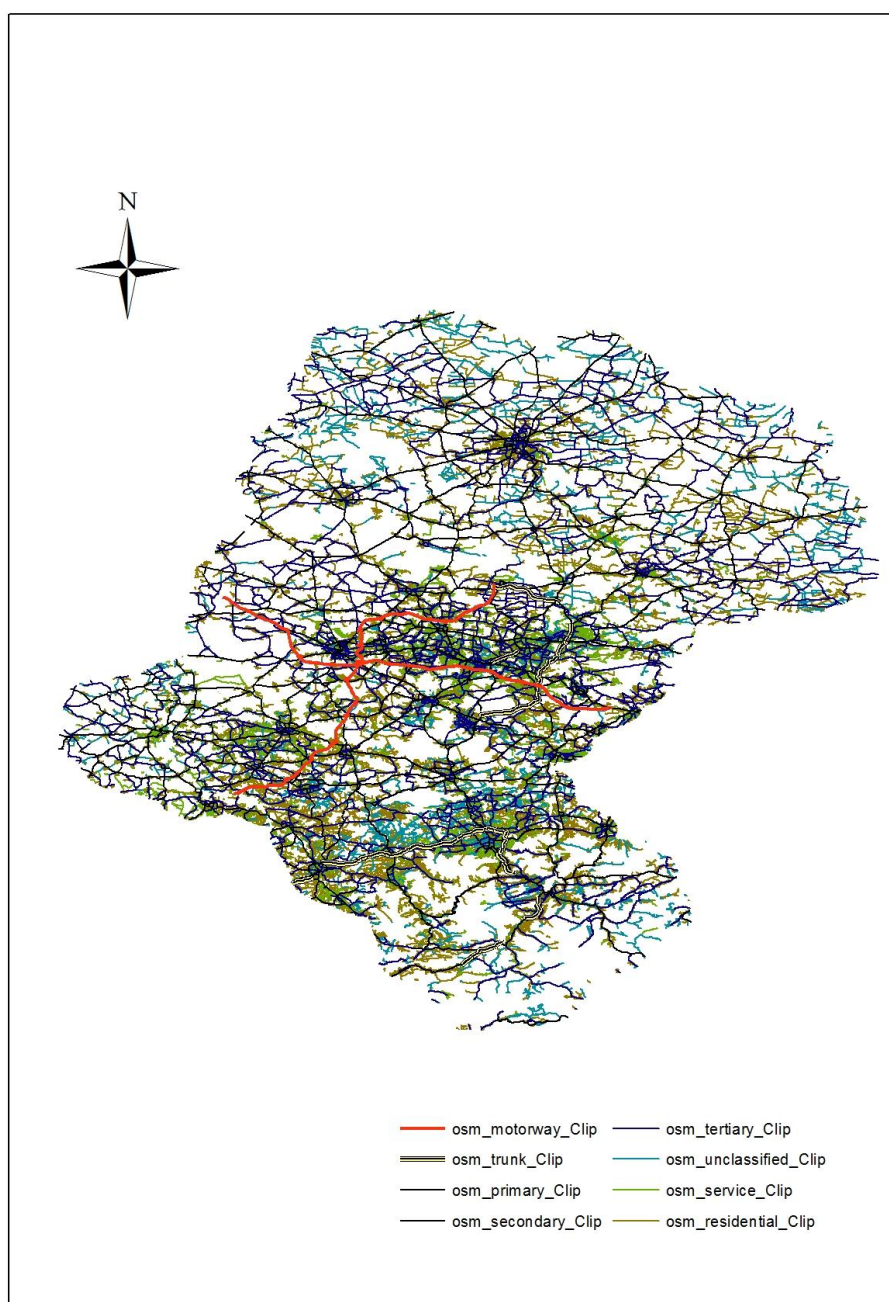
W analizie wykorzystano dodatek Network Analyst by ESRI. Wyznaczono obszary znajdujące się w najkrótszej odległości odpowiednio 10, 15, 20, 25, 30 kilometrów od ZTPOK, wykorzystując uprzednio przygotowaną sieć dróg. Z uwagi na rozległość terenów oczyszczalni ścieków, wyznaczone obszary uwzględniały po 500 metrów terenu liczonego od ulicy.

2. WYNIKI ORAZ INTERPRETACJA ANALIZY SIECIOWEJ DLA AGLOMERACJI GÓRNOŚLĄSKIEJ

2.1. Wyniki analizy sieciowej

Poniżej przedstawiono wyniki analizy sieciowej wykonanej w programie ArcGIS 10.3 z dodatkiem Network Analyst by ESRI dla poszczególnych lokalizacji, na tle powiatów Województwa Śląskiego. Czerwonym kolorem zaznaczono oczyszczalnie ścieków. Kolorem szarym zaznaczony jest zarys ulic w Województwie Śląskim. Na rysunkach 3 do 5 zaprezentowano trzy lokalizacje – lokalizacje 5 oraz 7 dla których ilość dostępnych osadów ściekowych w odległości 30 kilometrów jest największa oraz lokalizację 1 dla której ilość ta jest najmniejsza.

Dla lepszej przejrzystości rezultatów uwzględniono obszary 10, 20 oraz 30 kilometrów od ZTPOK.



Rys. 2. Sieć dróg Województwa Śląskiego na podstawie OpenStreetMaps [18, 20]

2.2. Interpretacja wyników analiz geoprzestrzennych

Poniżej (tabela nr 2 oraz rys. nr 6) przedstawiono tabelaryczne oraz graficzne zestawienie liczby oczyszczalni oraz ilości osadów ściekowych wytworzonych w 2013 roku w zależności od odległości od ZTPOK.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że wraz ze wzrostem odległości od ZTPOK nie następuje jednakowe zwiększenie ilości dostępnych osadów ściekowych dla każdej potencjalnej lokalizacji.

W pobliżu Lokalizacji 1, znajduje się najmniejsza ilość oczyszczalni ścieków, a także najmniejsza ilość wytwarzanych osadów ściekowych. Dodatkowo w pobliżu tej lokalizacji znajduje się najmniej największych oczyszczalni, wytwarzających największe ilości osadów ściekowych.

Zauważono, że w przypadku Lokalizacji 1, 2, 3 oraz 6 ilość dostępnych osadów ściekowych nie przekracza 22 000 Mg s.m. Wymienione cztery lokalizacje znajdują się na obrzeżach Województwa Śląskiego.

W przypadku Lokalizacji 4 oraz 5 zwraca uwagę fakt bardzo zbliżonych wartości – obydwie lokalizacje znajdują się na terenach przemysłowych na granicy miast Katowice i Mysłowice.

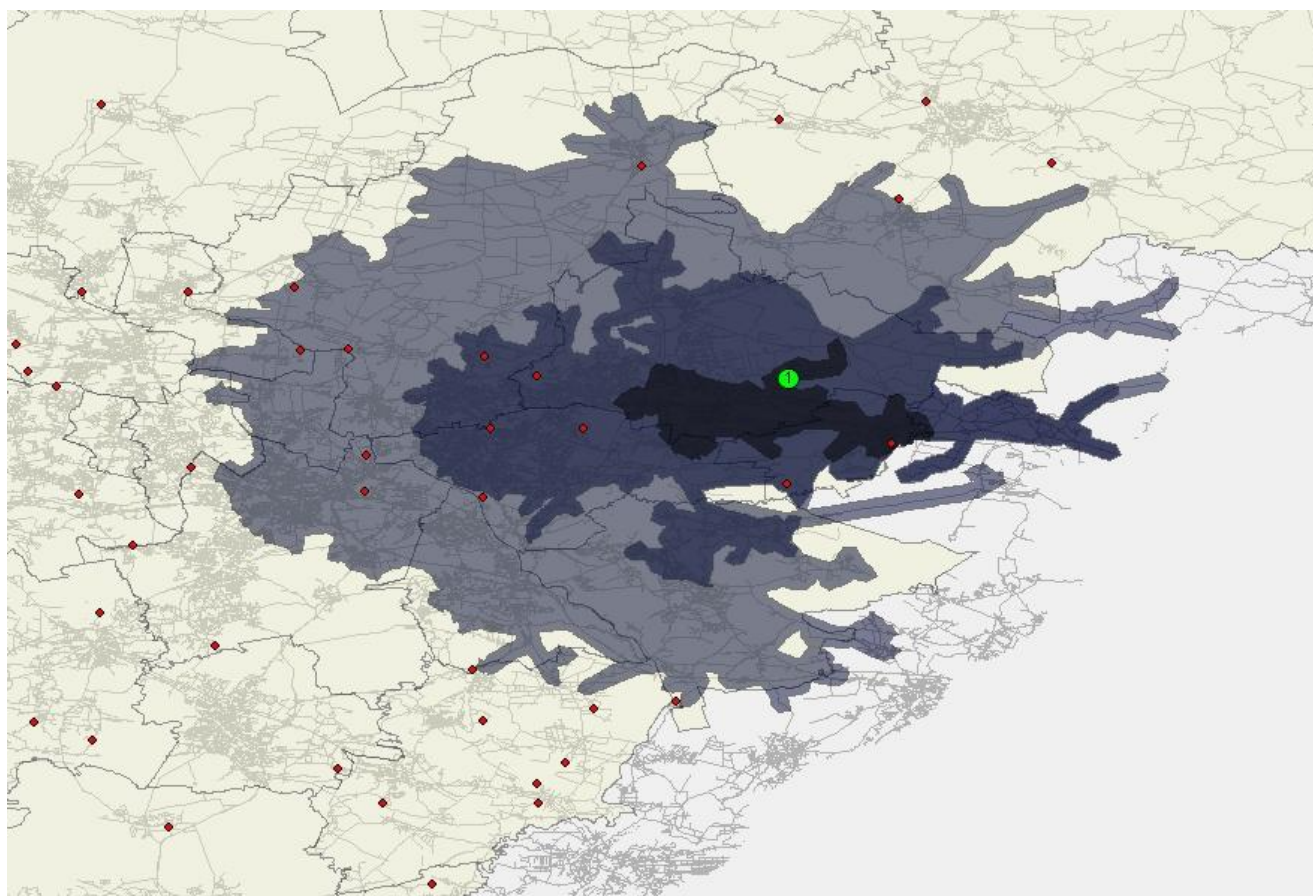
W pobliżu Lokalizacji 4, 5, 7, 8 oraz 9 znajduje się najwięcej największych oczyszczalni ścieków, które wytwarzają najwięcej

osadów ściekowych. Wymienione lokalizacje znajdują się w centralnej części Aglomeracji Górnośląskiej.

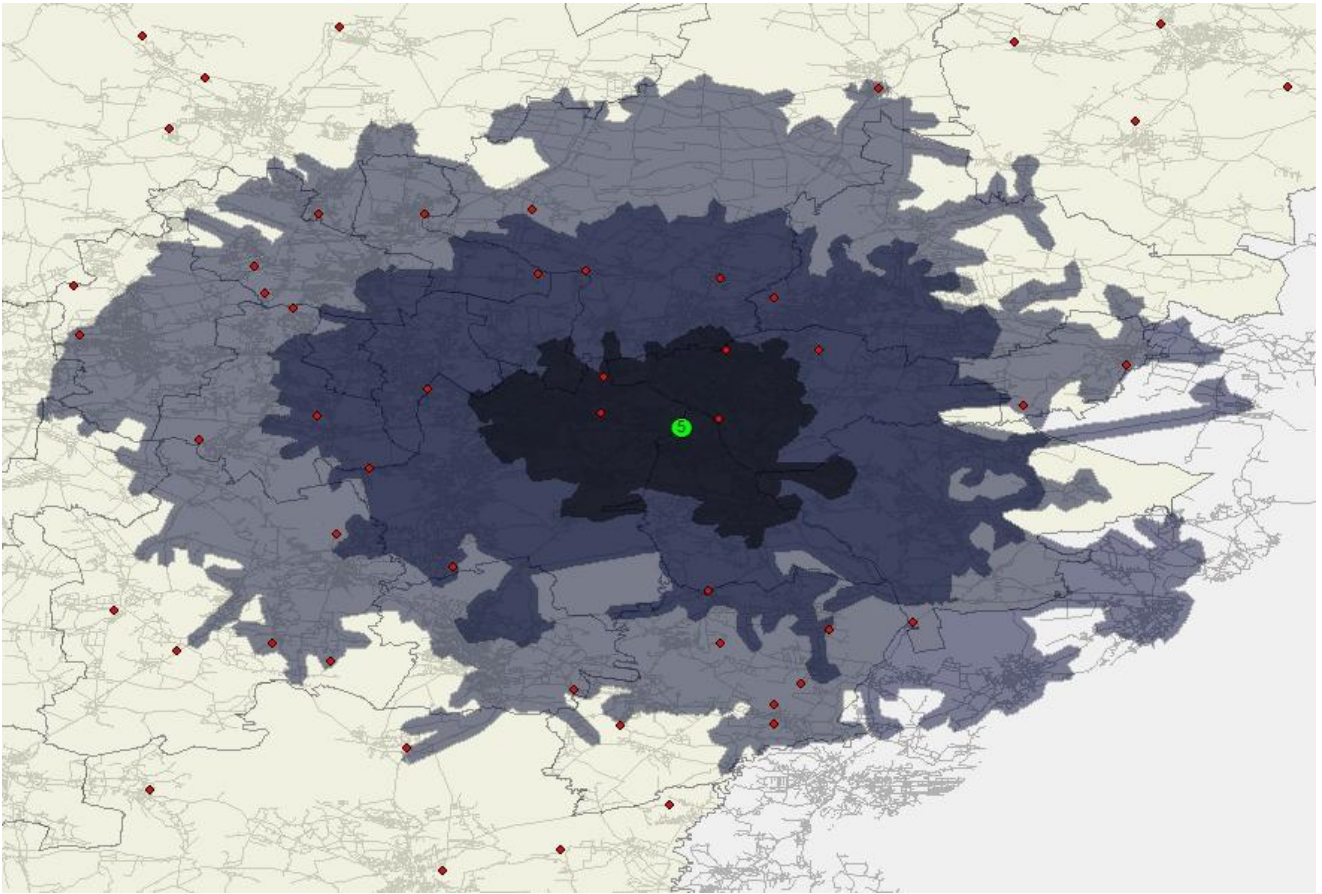
PODSUMOWANIE

Systemy informacji przestrzennej stanowią cenne i użyteczne narzędzie w analizach dostępności osadów ściekowych dla procesów termicznych, w przypadku których niezbędny jest transport materiału do Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych. W analizach wykorzystano algorytm Dijkstry pozwalający na optymalizację transportu osadów ściekowych w ruchu kołowym. Mała złożoność obliczeniowa algorytmu pozwala na akcelerację różnych przypadków lokalizacji obiektu ZTPOK.

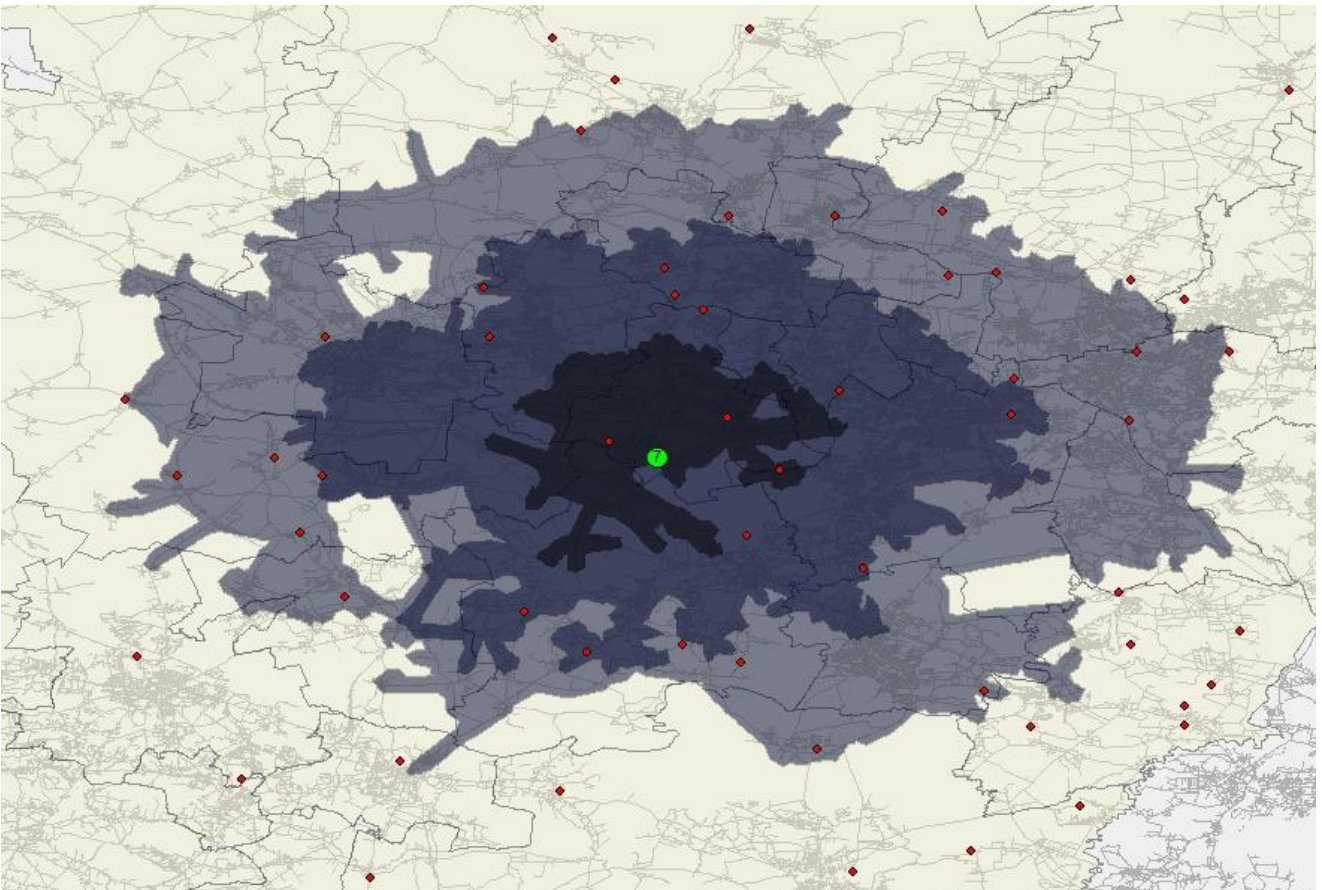
Niniejsza analiza bazowała na suchej masie osadów ściekowych, jednak natura osadów ściekowych wymaga wzięcia pod uwagę ich wilgotności. W zależności od rodzaju przeróbki jaki jest stosowany na oczyszczalni otrzymuje się materiał o różnej wilgotności, począwszy od 99 % dla osadów surowych, poprzez 92-94 % dla osadów zagęszczonych, 50-88 % dla osadów odwodnionych, aż do 10 % dla osadów wysuszonych [2,3,7,8,14,17]. Dodatkowo należy uwzględnić też własności paliwowe osadów, które są różne dla poszczególnych oczyszczalni [2,3,8,10,12,16].



Rys. 3. Analiza sieciowa dla lokalizacji 1



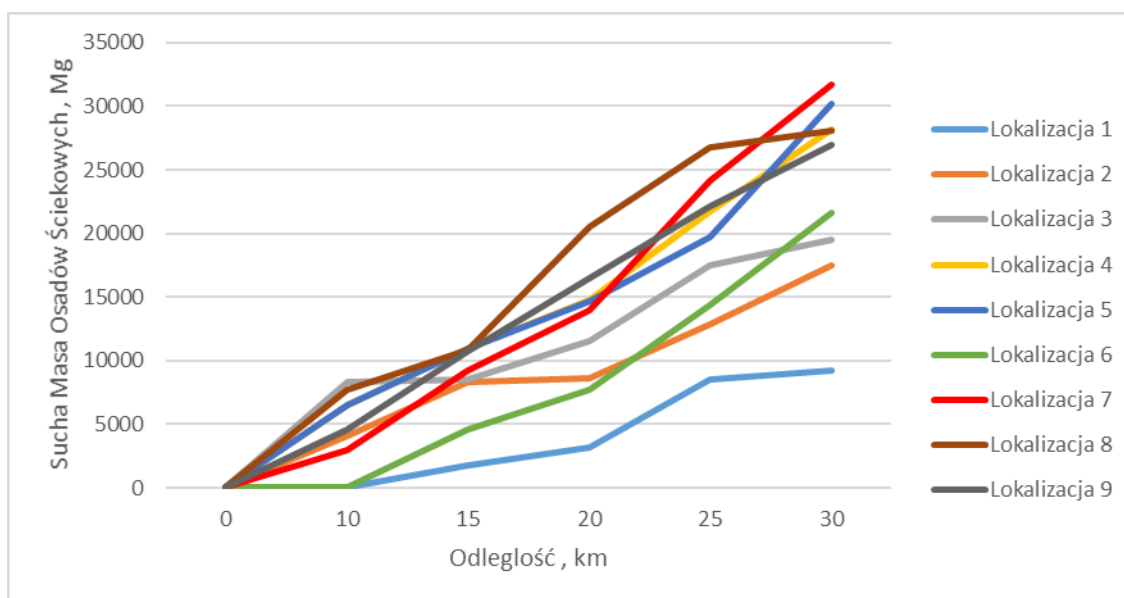
Rys. 4. Analiza sieciowa dla lokalizacji 5



Rys. 5. Analiza sieciowa dla lokalizacji 7

Tab. 2. Liczba oczyszczalni oraz ilość osadów ściekowych w zależności od odległości od ZTPOK

		Odległość [km]				
		10	15	20	25	30
Lokalizacja 1	Liczba oczyszczalni	1	4	6	10	14
	Ilość osadów ściekowych [Mg]	80,00	1736,79	3213,09	8565,39	9331,36
Lokalizacja 2	Liczba oczyszczalni	3	8	11	17	22
	Ilość osadów ściekowych [Mg]	4081,00	8354,39	8594,39	12846,11	17524,71
Lokalizacja 3	Liczba oczyszczalni	9	10	15	25	28
	Ilość osadów ściekowych [Mg]	8348,39	8479,39	11512,11	17537,61	19558,61
Lokalizacja 4	Liczba oczyszczalni	4	9	16	26	35
	Ilość osadów ściekowych [Mg]	6541,30	10977,11	14781,71	21774,18	28148,61
Lokalizacja 5	Liczba oczyszczalni	4	9	15	25	35
	Ilość osadów ściekowych [Mg]	6541,30	10977,11	14706,71	19714,37	30185,42
Lokalizacja 6	Liczba oczyszczalni	0	4	10	19	25
	Ilość osadów ściekowych [Mg]	0,00	4627,60	7697,30	14418,71	21632,71
Lokalizacja 7	Liczba oczyszczalni	3	9	15	25	33
	Ilość osadów ściekowych [Mg]	2944,40	9193,73	13922,51	24121,52	31725,24
Lokalizacja 8	Liczba oczyszczalni	7	10	18	27	35
	Ilość osadów ściekowych [Mg]	7754,62	10882,11	20492,72	26737,34	28112,98
Lokalizacja 9	Liczba oczyszczalni	5	9	14	27	35
	Ilość osadów ściekowych [Mg]	4553,30	10775,81	16448,02	22149,28	26998,47



Rys. 6. Graficzne zestawienie ilości osadów ściekowych wytworzonych w 2013 roku w zależności od odległości od ZTPOK

BIBLIOGRAFIA

- ArcGIS Desktop 10.3 Help, Esri 2014
- Bień J., Wystalska K., „Osady ściekowe: Teoria I praktyka”, Częstochowa 2011
- Bień J., Wystalska K., „Procesy termiczne w unieszkodliwianiu osadów ściekowych” Częstochowa 2008
- Cichociński P., Dębińska E., „Badanie dostępności komunikacyjnej wybranej lokalizacji z wykorzystaniem funkcji analiz sieciowych”, Roczniki Geometyki 2012, Tom X, Zeszyt 4 (54)
- Cormen T., Rivest R., „Wprowadzenie do algorytmów”, Warszawa 2012
- Gastoł S., Wroński L., Osysko M., Dutkiewicz A., Dejwó J., Gastoł D., Dziadosz A., „Raport o oddziaływaniu na środowisko przedsięwzięcia pn. Budowa Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów (ZTPOK) w Rudzie Śląskiej przy ulicy Szyb Walenty dla Górnośląskiego Związku Metropolitalnego - tekst jednolity”, Katowice 2010
- Jakubus M., „Komunalne osady ściekowe geneza-gospodarka”, Poznań 2012
- Miksch K., Sikora J., „Biotechnologia ścieków”, Warszawa 2010
- Mikuła J., Generowicz A., Mikuła M., „Analiza lokalizacyjna budowy instalacji Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych dla Górnośląskiego Związku Metropolitalnego”, Katowice 2010
- Ostojski A., Gajewska M., „Możliwości energetycznego wykorzystania osadów ściekowych jako paliwa”, Inżynieria i Ochrona Środowiska, t.17, nr 4, 2014
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 stycznia 2013 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu, Dz.U. Nr 0, poz. 38.

12. Skawińska A., Kulis I., „Ocena przydatności energetycznej komunalnych osadów ściekowych w oparciu o analizę parametrów fizykochemicznych”, Przegląd Górniczy, t. 70, nr 12, 2014
13. Uchwała Nr 217 Rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2010 r. w sprawie „Krajowego planu gospodarki odpadami 2014” (M. P. Nr 101, poz. 1183)
14. Umiejewska K., „Odwadnianie osadów ściekowych”, Wodociągi-Kanalizacja 4(62), 2009
15. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. z 2013 r. Nr 0, poz. 21)
16. Wandrasz J., Wandrasz A., „Paliwa formowane”, Warszawa 2006
17. Wawrzyniak P., „Suszenie osadów ściekowych – wybór technologii”, Wodociągi-Kanalizacja 1(83), 2011
18. <http://download.geofabrik.de/> [dostęp 7/07/2015]
19. <http://kzgw.gov.pl/pl/Krajowy-program-oczyszczania-sciekow-komunalnych.html> [dostęp 20/09/2015]
20. <http://openstreetmap.org/> [dostęp 22/09/2015]
21. http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pl:Znakowanie_dróg_w_Polsce [dostęp 20/09/2015]

USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) IN SEWAGE SLUDGE MANAGEMENT IN UPPER SILESIA METROPOLITAN AREA

Abstract

Sewage sludge is an integral part of wastewater treatment. According to the National Waste Management Plan 2014 (Krajowy Program Gospodarki Odpadami 2014) 30 % of sewage sludge produced is to be subjected to thermal disposal by 2020.

The real use of thermal methods if sewage sludge treatment depends on the number of factors, in particular moisture content and fuel characteristics of sewage sludge and also the distance between sewage treatment plants and incineration plant.

The aim of the study is to present the usage of Geographic Information Systems in sewage sludge management. In the light of plans to build a municipal solid waste incineration plant for Upper Silesian Metropolitan Area there were checked nearby sewage treatment plants for the availability of sewage sludge. For this purpose there was used ArcGIS by ESRI software with Network Analyst extension for which there were generated service areas of sewage sludge availability

Autor:

mgr inż. Szczepan Bielatowicz - Śląskie Środowiskowe Studium Doktoranckie, Główny Instytut Górnictwa w Katowicach, Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice