

**PRZESTRZENNE ASPEKTY DZIKICH WYSYPISK
ODPADÓW KOMUNALNYCH W LASACH NA TERENIE
LEŚNICTWA STANKOWIZNA**

**SPATIAL ASPECTS OF ILLEGAL DUMPING SITES
OF MUNICIPAL WASTES
IN THE STANKOWIZNA FOREST RANGE**

Michał Brach, Maciej Wiśniewski

Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Wydział Leśny
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Słowa kluczowe: gospodarka odpadami, las, analizy przestrzenne
Keywords: waste management, forest, spatial analysis

Wstęp

Występowanie dzikich wysypisk odpadów komunalnych w lasach jest ściśle powiązane z gospodarką odpadami w gminie oraz poziomem życia jej mieszkańców. Proceder nielegalnych zrzutów odpadów ma miejsce w głównej mierze na terenach leśnych, gdyż są to miejsca odosobnione. To obszar cenny pod względem gospodarczym, społecznym i przyrodniczym, a zalegające na nim złoża odpadów powodują zanieczyszczenie środowiska i krajobrazu. W niniejszej pracy podjęto próbę zbadania tego zjawiska, podano przyczyny jego powstawania, czynniki lokalizacyjne oraz zaproponowano rozwiązania mogące zapobiegać powstawaniu nielegalnych wysypisk odpadów komunalnych w lasach. Prace badawcze przeprowadzono na terenie Leśnictwa Stankowizna (Nadleśnictwo Mińsk Mazowiecki) otaczające miasto Mińsk Mazowiecki. Sformułowano następujące hipotezy badawcze:

- powstawanie dzikich wysypisk odpadów w lasach nie jest przypadkowe,
- na decyzję obywatela o nielegalnej wywózce śmieci do lasu mają wpływ czynniki ekonomiczne, prawne, a także edukacyjne,
- lokalizacja miejsca wywozu odpadów jest uzależniona od aspektów przestrzennych terenu.

Gospodarka odpadami komunalnymi na terenach wiejskich

Tereny wiejskie są najmniej opłacalne pod względem gospodarki odpadami komunalnymi. Specyfika gospodarki odpadami na obszarach nieurbanizowanych wynika z niekorzystnych czynników przestrzennych i ekonomicznych, które z kolei przekładają się na niską opłacalność wywozu odpadów (Rosik-Dulewska, 2002).

Tereny wiejskie generują mniej odpadów niż miasta. Jednakże, nie są one w większości objęte zorganizowanym wywozem odpadów, co przyczynia się do rozwiązywania problemu w sposób nie zawsze zgodny z zasadami zrównoważonego rozwoju (tabela 1). Powszechne na obszarach nieurbanizowanych jest spalanie odpadów komunalnych w piecach, bądź ich wywóz do lasu. Niski poziom techniczny składowisk odpadów komunalnych na terenach wiejskich, wynikający ze złej sytuacji materialnej społeczeństwa wiejskiego, przyczynia się do zagrożeń w aspekcie ochrony środowiska. Odpady niebezpieczne stanowią istotny problem na obszarach wiejskich. Z powodu dużego rozproszenia zabudowy praktycznie nie istnieje na terenach wiejskich zorganizowana zbiórka odpadów najbardziej zagrażających środowisku. W większości przypadków są one kierowane na nieposiadające odpowiednich zabezpieczeń składowiska wraz ze zwykłymi odpadami komunalnymi (Żygadło, 2001). Główne źródła pochodzenia odpadów niebezpiecznych to: rolnictwo, transport i budownictwo.

Tabela 1. Związki przyczynowo-skutkowe pomiędzy specyfiką terenów wiejskich a wskaźnikami gospodarki odpadami

Przyczyna	Skutek
Niższy poziom życia mieszkańców na wsi niż w mieście, funkcja rolnicza dominuje nad usługami i produkcją	Niższy niż w miastach wskaźnik nagromadzenia odpadów przypadających na mieszkańca w ciągu roku (ok. 0,6-1,0 m ³ na wsi w stosunku do 1,8-2,0 m ³ w mieście).
Wykorzystywanie odpadów na cele rolnicze, indywidualne ogrzewanie budynków z wysokim udziałem pieców węglowych.	Niski udział odpadów organicznych, wysoki udział odpadów mineralnych, niski udział papieru i tworzyw sztucznych, które są spalane na miejscu.
Duże rozproszenie zabudowy przeważnie jednorodzinnej, niski standard dróg dojazdowych do większości posesji, nieopłacalność transportu odpadów, wysokie koszty eksploatacyjne.	Niski odsetek mieszkańców objętych zorganizowanym wywozem śmieci (30-40%).
Brak możliwości zbilansowania kosztów eksploatacyjnych składowisk z przychodami uzyskiwanymi z opłat za składowane odpady.	Niski poziom techniczny składowisk odpadów na obszarach wiejskich (brak uszczelnienia, brak całodobowego dozoru na większości obiektów).

Wpływ składowisk odpadów komunalnych na środowisko

W wyniku przemian fizykochemicznych w masie odpadów dokonuje się mineralizacja związków organicznych oraz przemiana chemicznych nieorganicznych związków rozpuszczalnych w nierozpuszczalne. Ma też miejsce przemiana wodorotlenków metali w tlenki, siarczki, krzemiany i fosforany. Wskutek chemicznego oddziaływania gazów rozpuszczonych w opadach atmosferycznych (O₂, CO₂), masa odpadów komunalnych ulega zwiertzeniu, które z kolei prowadzi do rozkładu substancji organicznej do CO₂ oraz rozkładu połączeń

organicznych azotu, siarki i fosforu do form zmineralizowanych: NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} (Żygadło, 1999). Dzikie wysypiska leśne charakteryzują się dużym stopniem uwilgotnienia. Związane jest to z wilgotnym klimatem ekosystemu leśnego. Obecność wody wpływa na procesy chemiczne, w wyniku których tworzą się kwasy HNO_3 , H_2SO_4 i H_3PO_4 , które swym działaniem na środowisko naturalne obejmują lokalne otoczenie wysypiska, czyli ekosystem leśny. Jest to wpływ negatywny polegający na zakwaszeniu gleby, wód powierzchniowych i gruntowych. Zakwaszenie gleby ma bezpośredni wpływ na roślinność. Kwasy powodują zubożenie gleby w wiele substancji niezbędnych do życia roślin (np. magnezu, miedzi, manganu), w wyniku tego procesu następuje uszkodzenie ich korzeni, zahamowanie wzrostu, usychanie liści i wreszcie śmierć roślin. Co więcej, obniżenie wartości pH gleby niesie za sobą liczne konsekwencje. Najistotniejszą z nich jest uwalnianie do środowiska glebowego metali związanych przez mineralne i organiczne składniki gleby, w wyniku czego mogą być przyswajane przez rośliny. Mobilizacja metali prowadzi do zmian struktury gleby i przenikania metali do wód podziemnych. W mniejszym stopniu kwasy oddziałują na ludzi i zwierzęta (Szymańska-Paulikowska, 2003). Kolejnym negatywnym skutkiem występowania dzikich wysypisk jest biogaz. Największy udział w biogazie mają CH_4 i CO_2 . Doświadczenia na wysypiskach krajowych pokazują, że z jednej tony odpadów komunalnych można uzyskać od 50 do 120 m^3 biogazu (Żygadło, 1999). Wydzielający się z wysypiska biogaz ma zdolność przemieszczania się na znaczne odległości. Rozprzestrzenianie zachodzi na skutek dyfuzji i przepływu pod ciśnieniem (konwekcja). Biogaz pochodzący z dzikich wysypisk leśnych nieoddzielonych od powierzchni ziemi żadną warstwą nieprzepuszczalną oraz porośniętego roślinami podszytu leśnego, jak również i drzewami, ma o wiele większą zdolność do przemieszczania się niż ten wyprodukowany na zwykłym składowisku odpadów komunalnych (Sobota, 2003). Gaz może penetrować grunt we wszystkich kierunkach od złoża odpadów. Obecność biogazu w środowisku niesie za sobą wiele zagrożeń takich jak: zatrucia, niedotlenienie ludzi i zwierząt, choroby nowotworowe, obumieranie roślin (blokada dostępu tlenu do korzeni) czy wzrost efektu cieplarnianego (Pikoń, 2005).

Niemniej negatywnymi elementami towarzyszącymi wysypiskom śmieci są odcieki powstające w wyniku działania wód opadowych penetrujących złoża odpadów. W ich skład wchodzi produkty przemian biochemicznych substancji organicznej. Mogą stanowić poważne zagrożenie dla wód gruntowych poprzez przedostawanie się do gleby. Do zwiększenia liczby odcieków przyczyniają się również wody powierzchniowe i podziemne dopływające do wysypiska. W odciekach znajdują się pośrednie produkty procesów fermentacyjnych, jakie zachodzą na składowisku (Jurczyk i in., 2011).

Metodyka

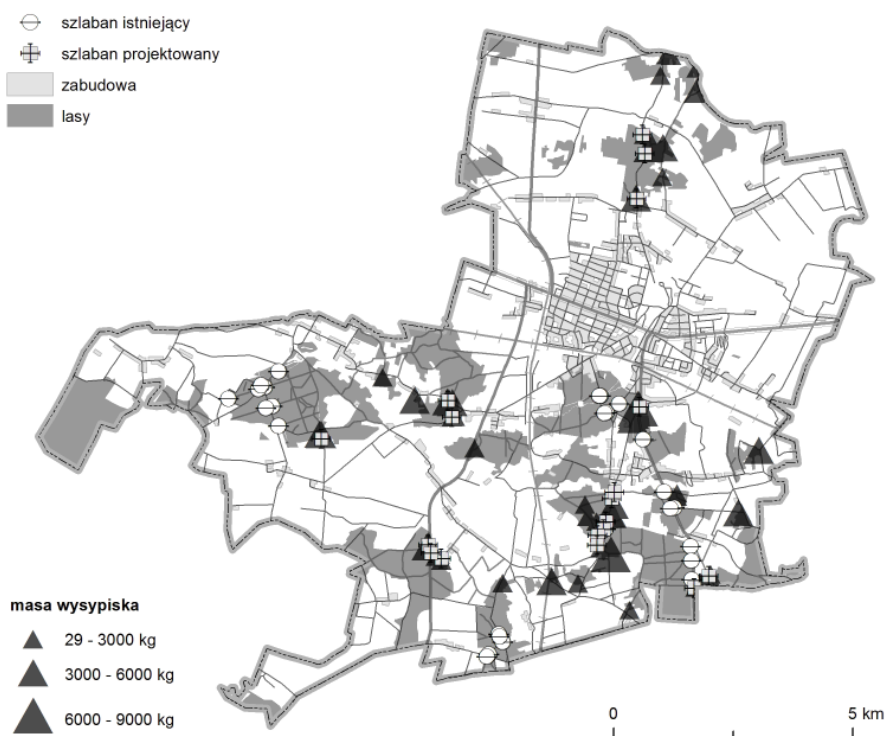
Obszarem badań objęto Leśnictwo Stankowizna ustanowione na powierzchni lasów podmiejskich otaczających miasto Mińsk Mazowiecki. W granicach administracyjnych leśnictwa znajduje się siedziba nadleśnictwa Mińsk Mazowiecki. Na 12 000 hektarów powierzchni leśnictwa Stankowizna znajduje się 1102 ha lasów państwowych i 1600 ha lasów prywatnych. Plan gospodarki odpadami komunalnymi, sporządzony na lata 2006-2009 z perspektywą na okres 2010-2013, zakłada utrzymanie czystości i porządku na terenie gminy i podaje, że odsetek mieszkańców gminy objętych zorganizowaną wywózką wyniesie 100% w 2010 r.

W prezentowanej pracy wykorzystano obserwacyjną metodę badań oraz symulację komputerową uzyskanych wyników. Dane zebrano w podczas pomiaru terenowego (GPS) oraz ze zbiorów map tematycznych. Na podstawie posiadanych danych przeprowadzono analizy przestrzenne pozwalające na weryfikację postawionej hipotezy. Zbadano dokumenty oraz dokonano przeglądu literatury z zakresu gospodarki odpadami, leśnictwa, gospodarki przestrzennej i krajobrazu. Przeanalizowano prawodawstwo dotyczące tych zagadnień. Sformułowano podane we wstępie hipotezy badawcze.

Wyniki

W ramach prac terenowych zinwentaryzowano 66 dzikich wysypisk odpadów komunalnych, uzyskując dane takie jak: pole powierzchni, obwód, procent zaśmiecenia powierzchni, ukształtowanie terenu, szacunkowa grubość złoza odpadów, gęstość wysypiska oraz masa (rys. 1). Dokonano także szacunkowego określenia udziału efektu tlenowego i produkcji biogazu (tabela 2).

Objętość i masa odpadów mają bezpośredni wpływ na zatrucie wody opadowej przenikającej do ziemi i zagrażają wodom gruntowym znajdującym się w ich sąsiedztwie lub bezpośrednio pod nimi. Odcieki wysypiskowe mogą infiltrować w głąb gleby zatrzymując



Rys. 1. Rozmieszczenie dzikich wysypisk śmieci na terenie leśnictwa Stankowizna wraz z rozmieszczeniem szlabanów istniejących i projektowanych

Tabela 2. Wyniki inwentaryzacji lasów leśnictwa Stankowizna pod kątem występowania dzikich wysypisk odpadów komunalnych

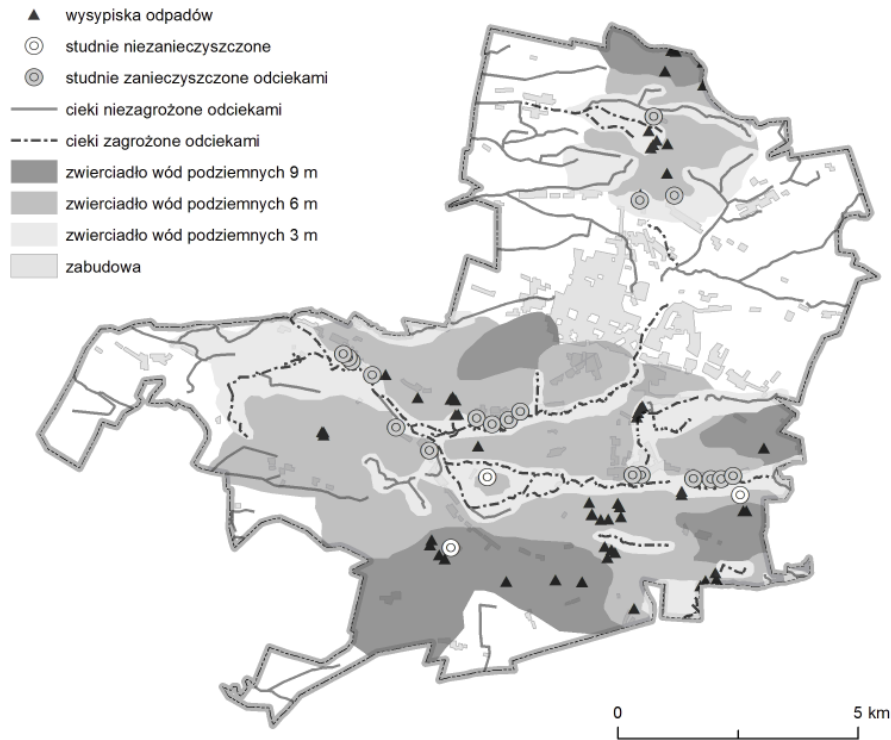
Liczba zinventaryzowanych wysypisk	Średnie								
	pole pow. [m ²]	obwód złoza [m]	zaśmiecenie na obwodzie złoza [m]	zaśmiecenie [%]	szacunkowa grubość [m]	gęstość wysypiska [kg/m]	masa [kg]	udział efektu tlenowego [%]	szacunkowa produkcja biogazu [m ³]
19	200	90	10	0,10	0,05	120	250	0,60	<20
11	350	95	13	0,15	0,1	140	600	0,60	(20;50)
10	520	112	19	0,17	0,13	150	1400	0,60	(50;100)
10	860	124	23	0,20	0,17	150	3150	0,55	(100;200)
13	1360	156	30	0,23	0,15	150	4000	0,50	(200;300)
3	1155	175	30	0,20	0,26	140	6360	0,60	>300
66	Razem								

wody podziemne będące w pierwszej warstwie wodonośnej, ponieważ zmniejszają współczynnik przepuszczalności gleb (Grabulewski, Fronczyk, 2009). Równocześnie wody płynące na tym poziomie należą do wód użytkowanych przez mieszkańców pobliskich wsi, w których jeszcze dość popularną formą korzystania z zasobu wód są studnie. Odpady leżące bezpośrednio pod najpłytszą warstwą wód podziemnych ważą ok. 40 ton w odniesieniu do całego leśnictwa. Przeprowadzona analiza przestrzenna wykazała, że odcieki ze składowisk śmieci są przyczyną zanieczyszczenia ok. 50 km długości cieków wodnych oraz 19 studni użytkowanych przez ludność wiejską (rys. 2).

Zdolność migracji biogazu z wysypisk została oszacowana na podstawie emisji biogazu. Od strony teoretycznej polega to na tym, że składowiska bardziej zagęszczone i większe (pod względem masy złoza) wywierają większe ciśnienie na pory w glebie, efektywniej tłocząc w głąb gaz wysypiskowy. Tak więc, w zależności od ukształtowania zaśmieconego terenu i ilości odpadów migracja będzie ulegać zmianie (im bardziej teren wklęsły i im więcej jest odpadów, tym większa migracja). Strefy szkodliwego oddziaływania kształtują się następująco (Żygadło, 1999):

- promień do 100 m – emisja poniżej 100 m³,
- promień 150 m – emisja 100-200 m³,
- promień 200 m – emisja 200-300 m³,
- promień 250 m – emisja powyżej 300 m³.

Analiza przestrzenna stref pozwoliła na zaprezentowanie skali potencjalnego zagrożenia zatruciem gazem wysypiskowym w odniesieniu do liczby ludności. Na terenie leśnictwa Stankowizna, zatrucie spowodowane samym gazem wysypiskowym wystąpiło u ponad 3500 osób. Prace terenowe pozwoliły również na stwierdzenie, że biogaz łatwiej przemieszcza się w poziomie, gdy napotyka na swej drodze instalacje podziemnie (wodociągi, kanalizacja, linie telefoniczne), które są związane z zabudową. Dlatego w momencie bezpośredniego sąsiedztwa zabudowy ze strefą migracji biogazu, zagrożona emisją jest cała zwarta zabudowa, a nie tylko ta część, która znajduje się w strefie migracji. Wpływ gazu wysypiskowego na terenach leśnych objął łącznie obszar o powierzchni około 376 hektarów lasu, co stanowi 13% wszystkich terenów leśnych analizowanego obszaru.



Rys. 2. Lokalizacja studni i cieków bezpośrednio zagrożonych odciekami z wysypisk śmieci

Wszystkie zinwentaryzowane dzikie wysypiska śmieci zlokalizowane są na terenach leśnych. Las jest najlepszym miejscem do tego proceduru, gdyż:

- jest skomunikowany z terenami zabudowanymi drogami publicznymi,
- jest mało zaludnionym terenem odosobnienia,
- daje ukrycie osobom wyrzucającym śmieci, którym zależy na pozostaniu anonimowymi,
- w porównaniu z terenami zielonymi w miastach, jest słabiej nadzorowany.

Czynniki te wpływają na decyzję o pozostawianiu śmieci w lesie. Zależność występowania dzikich wysypisk odpadów komunalnych od liczby ludności i jej rozmieszczenia zbadano za pomocą wartości stopnia koncentracji (Mitchell, 2005). Współczynniki te określono niezależnie dla liczby ludności i liczby wysypisk śmieci. Określenie promieni okręgów opiera się na obliczeniu standardowych odległości między przestrzennie występującą zabudową i zlokalizowanymi wysypiskami według następującego wzoru:

$$SKw = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i (X_i - X_{srw})^2}{\sum_{i=1}^n W_i} + \frac{\sum_{i=1}^n W_i (Y_i - Y_{srw})^2}{\sum_{i=1}^n W_i}}$$

gdzie:

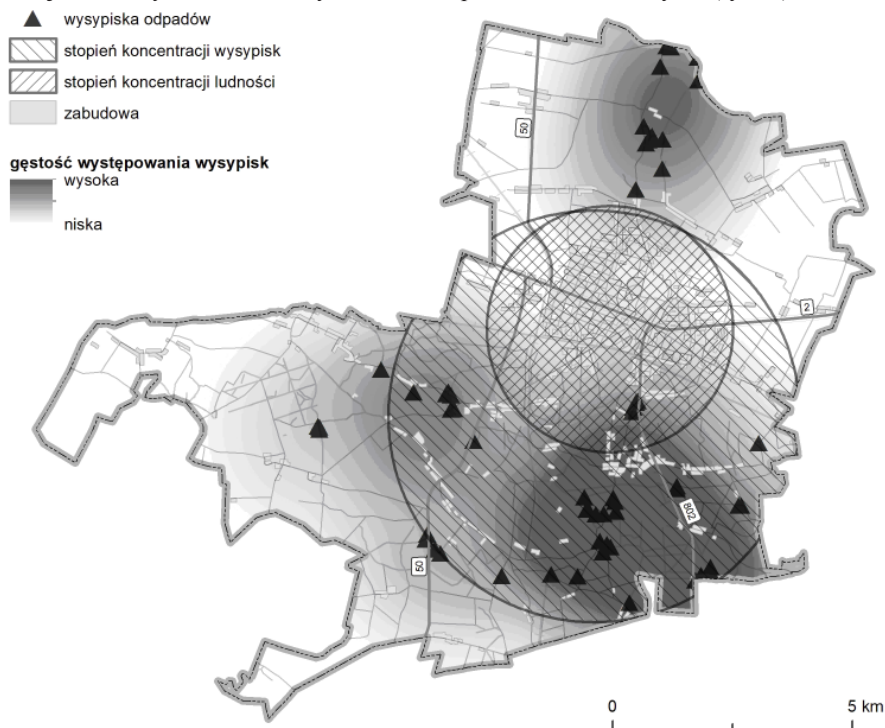
SKw – ważony stopień koncentracji,

W_i – waga cechy „i” (w przypadku zabudowy liczba ludności przypadająca na powierzchnię zabudowy, a w przypadku wysypisk wielkość emisji biogazu),

$[X_{srw}; Y_{srw}]$ – współrzędne wyznaczonego przestrzennie środka koncentracji danej cechy.

Zasięgi opisujące stopnie koncentracji pokrywają się, gdyż liczba ludności przekłada się na ilość wytwarzanych odpadów (wskaźnik nagromadzenia odpadów przypadających na mieszkańca w ciągu roku wynosi 0,6-1,0 m³ na wsi w stosunku do 1,8-2,0 m³ w mieście). Koncentracja wysypisk przesunięta jest w kierunku południowym od Mińska Mazowieckiego, co jest uwarunkowane siecią dróg, uczęszczaną przez mieszkańców i ułatwiającą dojazd do dzikich wysypisk śmieci. Istotną rolę pełni tutaj droga wojewódzka nr 802 łącząca Mińsk Mazowiecki z Siennicą i Latowiczem, która na znacznym odcinku przebiegu przecina kompleksy leśne. Wysoka kategoria drogi przekłada się na bardziej wzmożony ruch pojazdów, niż ma to miejsce na zwykłych drogach publicznych, zwiększając tym samym prawdopodobieństwo nielegalnej wywózki śmieci.

Przydatnym narzędziem analitycznym w rozwiązywaniu problemów przestrzennych jest również funkcja gęstości (*kernel density*) występowania danego zjawiska. Bazuje ona na technikach nieparametrycznych, które przy znanej funkcji gęstości uśredniają wartości z próby, tworząc wygładzoną aproksymację zjawiska (Łukasik, 2008). Celem uzyskania optymalnego obrazu rozmieszczenia wysypisk śmieci wykorzystano wartość stopnia koncentracji, jako parametru wygładzającego oraz masę zinwentaryzowanych wysypisk jako wagę występowania zjawiska. Obszar lasów, na których mogą występować wysypiska o masie powyżej 100 kilogramów, przekracza 43% powierzchni całego Leśnictwa Stankowizna. Efekt analizy pozwala dodatkowo na wizualną ocenę skali problemu oraz lokalizację obszarów najbardziej narażonych na zanieczyszczenie odpadami komunalnymi (rys. 3).



Rys. 3. Stopień koncentracji ludności (promień 2566 m) oraz stopień koncentracji wysypisk śmieci (promień 4289 m) na terenie leśnictwa Stankowizna wraz z gęstością występowania miejsc składowania odpadów komunalnych

Wnioski

1. Dzikie wysypiska odpadów komunalnych stanowią realne zagrożenie dla leśnej fauny i flory w promieniu 100-250 metrów.
2. Odcieki z wysypisk mogą istotnie pogorszyć stan wód powierzchniowych na łącznej długości około 50 km oraz wód podziemnych zasilających przydomowe studnie, gdyż 18 wysypisk (co stanowi prawie 1/3 wszystkich zinwentaryzowanych wysypisk) jest zlokalizowanych nad I poziomem wodonośnym leżącym na głębokości 3 metrów.
3. Występowanie wysypisk jest skorelowane z terenami zurbanizowanymi, o czym świadczy wskaźnik nagromadzenia odpadów na jednego mieszkańca (ok. 0,6-1,0 m³ na wsi, w stosunku do 1,8-2,0 m³ w mieście) oraz zależy od natężenia ruchu po drogach publicznych, które przecinają kompleksy leśne.
1. Dobrym rozwiązaniem przeciwdziałającym powstawaniu dzikich wysypisk są szlabany blokujące wjazd do lasu. Zaleca się ich lokalizowanie w miejscach najbardziej narażonych na zaśmiecenie (rys. 1),
2. Zaleca się systematyczne sprzątanie lasów, zwłaszcza prywatnych, na których zalegają odpady niekiedy bardzo stare. W tych działaniach właściciele lasów winien wspierać samorząd terytorialny.
3. Zgodnie z nowymi przepisami, zaleca się ulepszenie gospodarki odpadami na szczeblu gminnym, polegające na: ustanowieniu jednej stawki za wywóz bez względu na objętość odpadów, systematycznym wywożeniu odpadów wielkogabarytowych oraz zmniejszeniu opłat dla mieszkańców segregujących odpady.

Literatura

- Garbulewski K., Fronczyk J., 2009: Wpływ płynnych zanieczyszczeń na właściwości filtracyjne gruntów. Materiały z III Ogólnopolskiego Kongresu Inżynierii Środowiska. Politechnika Lubelska: 157-168.
- Jurczyk Ł., Koc-Jurczyk J., Różalska P., 2011: Dynamika ilościowa AOB w procesie biologicznego oczyszczania odcieków składowiskowych w warunkach beztlenowych. *Inżynieria i Ochrona Środowiska* t. 14, nr 4: 309-322.
- Lukasik S., 2008: Identyfikacja rozkładu w systemach rzeczywistych za pomocą estymatorów jądrowych. *Czasopismo Techniczne Politechniki Krakowskiej* vol. 1-E: 3-13.
- Mitchell A., 2005: *The ESRI Guide to GIS Analysis*. Vol. 2. ESRI Press, Redland.
- Pikoń K., 2005: Uciążliwość ekologiczna utylizacji biogazu na składowiskach odpadów. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, vol. 1: 55-62.
- Rosik-Dulewska C., 2002: *Podstawy gospodarki odpadami*. PWN, Warszawa.
- Sobota J., 2003: *Stare składowiska*. Wydawnictwo Akademii Rolnej we Wrocławiu. Wrocław: 231 s.
- Szymańska-Pulikowska A., 2003: *Podstawy gospodarki odpadami*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław: 39 s.
- Żygadło M., 1999: *Gospodarka odpadami komunalnymi*, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce: 76-83.
- Żygadło M., 2001: *Strategia gospodarki odpadami komunalnymi*, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Poznań: 236 s.

Abstract

Both natural environment and green areas should be treated as a real value and properly protected. It is strictly connected with adequately constructed legal system. In practice, the condition and appearance of the landscape depends on the human factor. One of the reasons of inferior environmental situation is poorly educated society and incompetently managed local economy. These factors contribute to the problem of illegal waste dumping in the forests, which is closely related to waste management in the community. Forests are valuable in terms of economy (timber harvesting and other forest resources), social (tourism and recreation) and above all natural environment (various plant species, wildlife and production of oxygen).

The paper presents the causes of illegal waste dumping, its location and suggests methods of prevention. Additionally, the paper demonstrates the impact of illegal refuse dumps on rivers, streams, wells and groundwater resources. The range of concentration of waste dumps coincides to much extent with concentration of population. Nearly 13% of forest area is under direct influence of toxic gases from the dumps. The potential area of dumps occurrence, which weigh more than 100 kg, covers 43% of the forest area. The spatial analysis presents relations between the location of illegal refuse dumps in the forests, the communication network, and the location of densely populated areas. The analysis of concentration and density of illegal waste dumping was carried out. It has been observed that an effective way of preventing illegal dumps migration is to block roads into the forest by barriers. All researches and analysis were carried out based on inventory in Stankowizna forest range (Forest District Mińsk Mazowiecki, Regional Directorate of the State Forests in Warsaw).

dr inż. Michał Brach
Michal.Brach@wl.sggw.pl
tel. 22 593-82-13

mgr inż. Maciej Wiśniewski
mwikjunior@wp.pl