

KATARZYNA JUDA-REZLER, PIOTR MANCZARSKI

Zagrożenia związane z zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego i gospodarką odpadami komunalnymi

Wprowadzenie

Dobra jakość powietrza atmosferycznego jest jedną z podstawowych potrzeb człowieka, ale problemy z jego czystością występują już od 2,5 tysiący lat, co udowodniły badania rdzeni lodowych na Grenlandii (zob. Nriagu, 1996). Zanieczyszczenie atmosfery nasiliło się wraz z rewolucją przemysłową w XIX w. i pozostaje istotnym problemem również w pierwszej dekadzie XXI. Zagrożenia wywoływane przez zanieczyszczenia powietrza mają rozległy zasięg oddziaływania – dotyczą skali przestrzennej od lokalnej do globalnej i skali czasowej od krótkoterminowej (rzędu godzin, dni) do wieloletniej. Poza wpływem bezpośrednim na zdrowie ludzkie czy komponenty środowiska przyrodniczego, zachodzi szereg szkodliwych efektów pośrednich, mających złożony wpływ na gleby, roślinność, wody powierzchniowe i podziemne.

Atmosfera jest najbardziej zmienną w czasie sferą systemu ziemskiego i jedyną, która łączy się bezpośrednio z innymi sferami – litosferą, hydrosferą, kriosferą, biosferą i antroposferą. Wobec tego, zanieczyszczenie atmosfery powoduje, po pewnym czasie, zanieczyszczenie pozostałych sfer. Zanieczyszczenia powietrza generują również zjawiska o znaczeniu globalnym, takie jak nasilenie naturalnego efektu cieplarnianego i zubożenie warstwy ozonowej w stratosferze, które przyczyniają się do zmian klimatu Ziemi. W XX w. stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze i ich wymuszenia radiacyjne wzrastały w wyniku działalności ludzkiej, czego skutkiem był wzrost średniej temperatury powietrza i oceanów (zob. Kundzewicz & Juda-Rezler, 2010).

Niezwykle istotne jest całościowe podejście do kwestii zarządzania jakością powietrza atmosferycznego, tj. uwzględnienie zarówno problematyki związanej z efektami wpływu zanieczyszczeń na zdrowie ludzkie, jak i na szeroko pojęte środowisko oraz klimat Ziemi. Wiele zanieczyszczeń powietrza może ulegać transportowi na tysiące kilometrów od miejsca ich emisji, a niektóre z nich także transportowi do wyższych warstw atmosfery (stratosfera). Tak więc problem zanieczyszczenia atmosfery musi być rozwiązywany na forum ogólnosięciowym.

Prof. nadzw. dr hab. Katarzyna Juda-Rezler; dr inż. Piotr Manczarski, Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska

Emitowane do atmosfery gazy, przede wszystkim dwutlenek i tlenek węgla (CO_2 , CO), dwutlenek siarki (SO_2), tlenki azotu (NO_x), lotne związki organiczne (LZO), trwałe związki organiczne (jak np. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne – WWA – dioksyny, freony) oraz pyły o różnej granulacji cząstek, a także zanieczyszczenia wtórne, powstające w troposferze na skutek zachodzących w niej reakcji chemicznych (zwłaszcza fotochemicznych), przede wszystkim ozon (O_3) oraz cząstki wtórne, negatywnie wpływają na stan zasobów (wód, gleb, lasów) oraz na zdrowie ludzkie. Nawet stosunkowo niskie stężenia ozonu, czy pyłów bardzo drobnych ($\text{PM}_{2.5}$ – cząstki stałe zawieszone w powietrzu o średnicach aerodynamicznych mniejszych od 2,5 mikrometra), negatywnie wpływają na układ oddechowy i układ krążenia, szczególnie u osób z grup podwyższonego ryzyka (ludzie chorzy, starsi, dzieci). Nowe metodyki pomiarowe, pozwalające m.in. na określanie stężeń i składu chemicznego drobnych frakcji pyłów, a także liczne badania epidemiologiczne (zob. WHO, 2007) wskazują obecnie, że wpływ zanieczyszczonego powietrza na zdrowie ludzkie jest poważniejszy niż oceniano w XX w.

Rozwój gospodarczy świata oraz zmiany w sposobie życia mieszkańców, zwłaszcza krajów bogatych, przyczyniają się także do powstawania coraz większej ilości odpadów i narastających problemów związanych z ich właściwym zagospodarowaniem. Dotyczy to zwłaszcza odpadów komunalnych, które stanowią poważne zagrożenie dla środowiska oraz zdrowia ludzkiego. Niewłaściwa gospodarka odpadami może powodować szkodliwe oddziaływanie praktycznie na wszystkie komponenty środowiska, w szczególności na wody powierzchniowe i gruntowe, powierzchnię ziemi, powietrze atmosferyczne i klimat akustyczny. Badania prowadzone w USA potwierdziły także istotną korelację między zaśmiecaniem terenów a wzrostem agresywności ich mieszkańców.

Zagrożenia związane z zanieczyszczeniem atmosfery

W ostatnich latach odnotowuje się występowanie epizodów bardzo wysokich stężeń zanieczyszczeń, zwłaszcza w dużych i wielkich miastach. Zachodzą tutaj sprzężenia zwrotne między zmianami klimatu, zmianami w zasobności społeczeństw (np. wybór paliw do ogrzewania pomieszczeń) a zmianami w jakości powietrza. Największe zanieczyszczenie dolnej troposfery występuje na półkuli północnej, zwłaszcza w rozbudowujących się bardzo intensywnie megamiastach azjatyckich, ale także w dużych miastach Afryki i Ameryki Południowej. W Europie najgorszy stan jakości powietrza obserwuje się także w miastach, gdzie żyje prawie trzy czwarte populacji Europy (miasta i obszary podmiejskie).

Mimo znacznej redukcji zanieczyszczeń do atmosfery w krajach rozwiniętych (Ameryka Północna, UE) w ostatnim dwudziestoleciu, jakość powietrza atmosferycznego w skali świata nie uległa proporcjonalnej poprawie i nadal jest wysoce niezadowolająca. Powodem takiego stanu rzeczy jest istotny udział w zanieczyszczeniu powietrza zanieczyszczeń wtórnych (zwłaszcza O_3 i pyłów wtórnych), na których stężenia w atmosferze

– poza wielkością emisji prekursorów – w istotny sposób wpływają parametry meteorologiczne i zmiany klimatyczne. Narażenie na ponadnormatywne stężenia zanieczyszczeń powietrza prowadzi do ogólnego pogorszenia stanu zdrowia, skrócenia średniej długości życia oraz przyczynia się do przedwczesnej śmierci. W USA i w Europie za zanieczyszczenia priorytetowe uznaje się aktualnie pył (zwłaszcza $PM_{2.5}$) i ozon. W ostatnich latach (dane Europejskiej Agencji Środowiskowej – EEA – z lat 1997-2004) stężenia pyłów i ozonu w krajach UE nie wskazywały tendencji malejących mimo malejącego trendu emisji pyłu, prekursorów ozonu i prekursorów pyłów (cząstek) wtórnych. Według szacunków EEA stężenia pyłów w atmosferze krajów UE-27 są przyczyną około 450 tysięcy przedwczesnych zgonów rocznie (de Leeuw & Horálek, 2009). Rozkład tych zagrożeń w Europie nie jest równomierny. Z krajów UE-25 największe zagrożenia występują w południowej Polsce, w Czechach, na Węgrzech, w północnych Włoszech oraz w krajach Beneluxu.

Poza oddziaływaniem bezpośrednim na zdrowie ludzkie, zanieczyszczenia powietrza wywołują, po depozycji na podłożu, szereg negatywnych efektów, takich jak zakwaszenie i skażenie metalami ciężkimi gleb, wód i roślinności. Efekty te mają również istotny wpływ pośredni na zdrowie i życie ludzkie. Przykładowo, większość substancji zanieczyszczających powietrze – nawet w małych stężeniach – ma negatywny wpływ na roślinność, w tym na rośliny uprawne, spożywane przez człowieka. Kolejnym przykładem mogą być zdeponowane z atmosfery w wodach (zwłaszcza słodkich) zanieczyszczenia kwaśne, które obniżając pH tych wód, powodują uwolnienie toksycznych metali ciężkich, z których większość bioakumuluje się w tkankach ryb spożywanych przez człowieka.

Zagrożenia związane z gospodarką odpadami komunalnymi

Niewłaściwa gospodarka odpadami komunalnymi może w sposób istotny oddziaływać (lokalnie, ale również globalnie) na środowisko oraz zdrowie ludzkie. Głównymi składnikami odpadów komunalnych odpowiedzialnymi za te oddziaływania są:

- Substancje organiczne pochodzenia naturalnego (odpady spożywcze: roślinne i zwierzęce oraz odpady tzw. zielone), które są podatne na procesy biochemicznego rozkładu. Niekontrolowane procesy biochemiczne (gnicie), jakim ulegać mogą te odpady już w miejscu gromadzenia, powodują emitowanie do powietrza atmosferycznego substancji gazowych o charakterze toksycznym oraz palnym i wybuchowym, a także substancji odoroczynnych (złownonych), których próg wyczuwalności jest bardzo niski (rzędu 10^{-4} mg/m³).
- Drobnoustroje chorobotwórcze, którymi w całej masie zakażone są odpady komunalne – powodują one, że odpady te stanowią zagrożenie epidemiologiczne. W trakcie prowadzonych (zarówno w kraju, jak i za granicą) badań w odpadach komunalnych

zawsze wykrywano mikroorganizmy chorobotwórcze. Jeżeli odpady gromadzone są w sposób nieodpowiedni i usuwane z niedostateczną częstotliwością, mikroorganizmy te przedostają się do wód, gleby i powietrza i mogą stać się źródłem epidemii.

- Odpady spożywcze zawarte w masie odpadów komunalnych, stanowiące pożywienie dla zwierząt, szczególnie gryzoni, ptactwa, insektów oraz robaków, które żerując na składowiskach odpadów (czy w miejscach czasowego gromadzenia odpadów), roznoszą je często na znaczne odległości, powodując wtórne zanieczyszczenie środowiska oraz zakażenia drobnoustrojami chorobotwórczymi, stanowiąc tym samym dużą uciążliwość dla gospodarstw domowych.
- Odpady niebezpieczne (nazywane niekiedy problemowymi, ponieważ ich unieszkodliwienie stanowi poważny problem), do których zaliczyć można między innymi baterie, lampy rtęciowe, akumulatory, leki, środki owadobójcze i dezynfekcyjne stosowane w gospodarstwach domowych, a także opakowania po nich i szereg innych.
- Pozostałe składniki odpadów komunalnych, takie jak np. tworzywa sztuczne, papier i tektura, materiały tekstylne, szkło i metale. Stanowią wartościowe surowce wtórne, które powinny być odzyskiwane i zwracane do obiegu materiałowego. Deponowane w środowisku nie stanowią większych zagrożeń, jednakże powodują degradację terenów, na których są składowane oraz trudności przy unieszkodliwianiu odpadów przez spalanie lub kompostowanie.

Oddziaływania te można minimalizować poprzez prowadzenie właściwej, opartej o wdrażanie zintegrowanych rozwiązań gospodarki odpadami komunalnymi, która polega na sekwencyjnym stosowaniu: zapobiegania powstawaniu odpadów, odzysku i recyklingu, a także unieszkodliwiania.

Szczególnie istotne zagrożenia i problemy w skali kraju

Polska jest krajem, w którym zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego, zwłaszcza w miastach, jest nadal istotnym problemem. Pomimo znacznej redukcji emisji zanieczyszczeń powietrza w latach 1989-2008, Polska pozostaje jednym z głównych emitentów tych zanieczyszczeń w Europie; szczególnie dotyczy to emisji CO₂, SO₂ i pyłów. Jest to w dużej mierze zdeterminowane specyfiką gospodarki narodowej, w tym nadal wysoką jej energochłonnością oraz ponad 60-procentowym udziałem węgla w krajowej strukturze zużycia energii pierwotnej. Energetyczne, komunalno-bytowe oraz komunikacyjne spalanie paliw kopalnych jest podstawowym źródłem zanieczyszczenia atmosfery w Polsce. Szacunki przeprowadzone w ramach programu Clean air for Europe (CAFE, 2005) dla Polski mówią o 33 tys. przedwczesnych zgonów rocznie i o skróceniu średniej długości życia o 9 miesięcy z powodu występujących stężeń pyłu PM_{2.5}. Obliczenia własne wykonane dla wybranych miast Polski wskazują na skrócenie średniej długości życia

(dla kohorty 30-34 lata) o około 800 dni w Krakowie, 700 dni w Warszawie, 500 dni w Łodzi i 400 dni w Słupsku.

Wpływ poszczególnych sektorów gospodarki na zanieczyszczenie powietrza w Polsce jest zróżnicowany. Spalanie paliw w energetyce, dzięki stosowaniu wysokosprawnych odpylaczy oraz instalacji do odsiarczania i odazotowania spalin, nie powoduje obecnie istotnego wpływu na jakość powietrza. Sektor ten ma jednak największy udział w emisji gazów cieplarnianych (zob. Kundzewicz & Juda-Rezler, 2010). Ponadto, problemem w energetyce pozostaje sprawność odpylaczy elektrostatycznych w zakresie pyłów bardzo drobnych i ultradrobnych ($PM_{0,1}$). Rozwiązaniem są tutaj odpylacze tkaninowe, które charakteryzują się bardzo wysoką skutecznością dla wszystkich frakcji pyłów. Odrębnym zagadnieniem jest prowadzone od niedawna przez elektrownie współspalanie węgla z biomasą – wymaga ono pilnych badań – zarówno w aspekcie warunków spalania, jak i w aspekcie powstających zanieczyszczeń, zwłaszcza organicznych, jak wysokotoksyczne WWA. Energetyka ma natomiast największy udział w emisji gazów cieplarnianych.

Wciąż nierozwiązanym problemem pozostaje natomiast tzw. niska emisja z sektora komunalno-bytowego. W związku ze spalaniem paliw stałych w domowych instalacjach małej mocy, niewyposażonych w instalacje oczyszczania gazów odlotowych, emisja ta w znacznym stopniu przyczynia się do występowania epizodów ponadnormatywnych stężeń zanieczyszczeń powietrza, zwłaszcza PM_{10} ($PM_{2,5}$) i SO_2 . Wysokie ceny paliw stałych dla klientów indywidualnych powodują ponadto, że w sytuacji występowania bardzo niskich temperatur powietrza (jak np. zimą 2006 r.) w gospodarstwach domowych spalane są odpady, w tym plastik, guma i inne, co powoduje, że do atmosfery dostaje się duża ilość zanieczyszczeń organicznych o właściwościach kancerogennych i mutagennych. Zjawisko to w żaden sposób nie jest kontrolowane ani badane.

Wzrasta udział transportu drogowego w zanieczyszczaniu atmosfery (zob. Badyda, 2010). W wyniku wzrostu natężenia transportu istotny postęp technologiczny nie wpłynął znacząco na redukcję emisji spalin ogółem. Transport jest również odpowiedzialny za około 10% emisji CO_2 do atmosfery w Polsce. W związku ze spodziewanym dalszym wzrostem natężenia transportu, należy się spodziewać zwiększenia roli transportu w tej emisji. Emisja z transportu drogowego dodatkowo przyczynia się do złej jakości powietrza w miastach; dotyczy to zwłaszcza stężeń $PM_{2,5}$ i NO_x . Odpowiedzialny jest za to stosunkowo stary park samochodowy w Polsce oraz zatory i utrudnienia komunikacyjne, występujące w większości miast Polski (brak obwodnic, brak płynnego sterowania ruchem). Prowadzi to do kumulacji zanieczyszczeń, zwłaszcza w niekorzystnych warunkach pogodowych, takich jak układy wyżowe, niska temperatura powietrza i słaba prędkość wiatru. Istotny jest również zły stan dróg, mający wpływ na dodatkową emisję pyłu ze ścierania nawierzchni dróg, opon i hamulców.

W rolnictwie nierozwiązanym problemem jest brak kontroli stosowania się rolników do zaleceń zakazujących wypalania traw, co powoduje zwiększone emisje, zwłaszcza WWA, a także dioksyn do atmosfery.

Gospodarka odpadami komunalnymi (GOK) należy do kluczowych zagadnień inżynierii środowiska, z którymi Polska zмага się od wielu lat. Pomimo licznych działań o charakterze prawnym, organizacyjnym, edukacyjnym oraz inwestycyjno-eksploatacyjnym podejmowanych na szczeblu krajowym, regionalnym i lokalnym, GOK często nie jest realizowana w zgodzie z zasadą zrównoważonego rozwoju, a jej efekty są raczej mizerne. Potwierdzeniem tego jest fakt, iż nie są osiąganymi odpowiednie standardy i wymagania w zakresie zapobiegania powstawaniu odpadów, odzysku i recyklingu, a także ich unieszkodliwiania. Obserwuje się również niską efektywność wdrażanych systemów gospodarowania odpadami, a w szczególności selektywnego ich zbierania. Nierzadko występują bariery o charakterze ekonomicznym i organizacyjnym, które spowalniają rozwój prawidłowej GOK. To sytuuje nasz kraj na jednej z ostatnich pozycji na tle innych krajów UE.

Pomimo przepisów prawnych obligujących do selektywnego zbierania odpadów komunalnych oraz składowania wyłącznie odpadów poddawanych uprzednio procesom przekształcania fizycznego, chemicznego bądź biologicznego, nadal głównym sposobem zagospodarowania zmieszanych odpadów komunalnych w Polsce jest ich składowanie bez uprzedniego przetworzenia.

W latach 2006-2008 w Polsce składowano odpowiednio 91,0%, 90,2% i 86,6% zebranych odpadów komunalnych (GUS, 2007, 2008, 2009). Dla porównania, w 2007 r. w całej UE na składowiskach deponowano średnio 47,0% zebranych odpadów, przy czym w niektórych krajach (Niemcy, Holandia, Belgia, Dania, Szwecja) udział ten już w 2006 r. był niższy niż 10,0%, z uwagi na poddawanie zbieranych odpadów procesom spalania, recyklingu i odzysku. W 2008 r. w całym kraju średni udział odpadów komunalnych, zagospodarowanych w sposób inny niż składowanie, wynosił zaledwie 13,4%, w tym odpadów komunalnych ulegających biodegradacji 6,5% ogólnej masy zebranych odpadów. Udział ten znacząco odbiegał od wymagań UE, które – jak wyliczono (KPGO 2010) – zobowiązują Polskę m.in. do ograniczenia w 2010 r. o 2,5 mln Mg, deponowanych na składowiskach odpadów ulegających biodegradacji, stanowiących 20,5% prognozowanych wówczas do wytworzenia odpadów komunalnych. Zgodnie z danymi Głównego Urzędu Statystycznego (GUS, 2008) w 2007 r. zostało zebranych 10 082,6 tys. Mg odpadów komunalnych, z czego zaledwie 5,09 % zebrano w sposób selektywny, 2,75% poddano procesom biologicznego przekształcania, 0,41% unieszkodliwiono termicznie, a 90,23% zdeponowano na składowiskach. W 2008 r. sytuacja praktycznie nie uległa zmianie.

W związku z powyższym, należy stwierdzić, że dotychczasowe regulacje prawne nie stwarzają podstaw do zwiększenia ilości odpadów komunalnych zbieranych w sposób selektywny, a tym samym do zmniejszenia ilości odpadów kierowanych na składowiska.

Do podstawowych problemów krajowego systemu GOK, które mogą skutkować niewywiązaniem się Polski z wymagań określonych prawem UE, należy zaliczyć:

- System odbierania odpadów komunalnych, który nie obejmuje wszystkich mieszkańców gminy (w szczególności na obszarach wiejskich).
- Brak zapewnienia osiągnięcia odpowiednich poziomów odzysku i recyklingu oraz zmniejszenie ilości odpadów ulegających biodegradacji kierowanych na składowiska.
- Utrudnienia (na poziomie gminy) w monitorowaniu sposobu postępowania z odpadami komunalnymi przez właścicieli nieruchomości i przedsiębiorców, o czym świadczy zwiększenie liczby nielegalnych wysypisk odpadów.
- Postępowanie przedsiębiorców z odebranymi odpadami komunalnymi, które często nie jest prowadzone zgodnie z obowiązującą hierarchią postępowania z odpadami.

Równocześnie aktualny krajowy system GOK nie stymuluje konieczności budowy nowych instalacji do odzysku lub unieszkodliwiania zmieszanych odpadów komunalnych w sposób inny niż ich składowanie.

Przeciwdziałanie zagrożeniom i ich ograniczanie

Nieodłącznym składnikiem nowoczesnego państwa winno być bieżące monitorowanie oraz krótko- i długoterminowe przewidywanie skutków ubocznych działań w dziedzinie gospodarki. W tym działań, które wpływają niekorzystnie na skład powietrza atmosferycznego oraz na powstawanie odpadów, a przez to na komponenty środowiska, klimat, zdrowie i dobrobyt obecnego i przyszłych pokoleń.

Strategie ochrony atmosfery powinny wykorzystywać nowoczesne rozwiązania techniczne oraz być opracowywane z wykorzystaniem nowoczesnych metod matematycznych i informatycznych dla znajdowania optymalnych, zgodnych z zasadami zrównoważonego rozwoju, rozwiązań ochronnych.

W związku z brakiem metod (skali technicznej) usuwania CO₂ z gazów odlotowych, najlepszą metodą redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce jest zwiększanie sprawności energetycznej elektrowni i elektrociepłowni, zmniejszanie energochłonności gospodarki narodowej oraz zwiększanie udziału odnawialnych źródeł energii w strukturze zużycia energii pierwotnej. Jeśli chodzi o jakość powietrza, to jej istotna poprawa może nastąpić poprzez inwestycje w sektorach komunalno-bytowym oraz transportu drogowego. Przede wszystkim chodzi o podłączanie jak największej liczby gospodarstw domowych do sieci centralnego ogrzewania, zwłaszcza w Polsce południowej (Małopolska, Górny i Dolny Śląsk). Zanieczyszczenia pochodzenia komunikacyjnego mogą zostać istotnie zredukowane poprzez sprawne zarządzanie ruchem w miastach, poprawę stanu dróg oraz budowę obwodnic miejskich i kontrolę jakości pojazdów. W aglomeracjach i większych miastach powinny zostać uruchomione systemy zarządzania ruchem, alarmowe systemy smogowe, a także powszechnie dostępne informacje i ostrze-

zenia (w postaci przyjaznych dla użytkownika wskaźników, takich jak np. diagramy kodowane kolorami) o występowaniu silnego zanieczyszczenia atmosfery. Systemy alarmowe stwarzają duże możliwości wczesnego ostrzegania i pomagają łagodzić niebezpieczeństwa związane z zanieczyszczeniem powietrza.

Zintegrowany system gospodarki odpadami powinien uwzględniać (zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami) wdrożenie działań dotyczących: unikania powstawania, recyklingu, w tym recyklingu organicznego, odzysku i unieszkodliwiania.

Unikanie powstawania odpadów komunalnych polega na stosowaniu wszelkich możliwych form zapobiegania albo możliwie największego ograniczenia powstawania odpadów. Zaliczamy tu stosowanie technologii bezodpadowych, opakowań wielokrotnego użytku, etc.

Recykling to selektywna zbiórka w miejscu powstawania, segregacja odpadów i wydzielenie ze ich strumienia frakcji użytecznych. Problemy, jakie występują w kraju, to niestabilny rynek, trudności z przerobem oraz konieczność zmiany sposobu myślenia społeczeństwa na taki, który byłby ukierunkowany na możliwości oszczędności surowców naturalnych i energii przez recykling odpadów komunalnych.

Do recyklingu organicznego zalicza się kompostowanie i fermentację beztlenową, które mają na celu przetworzenie odpadów na materiał użytkowy (nawóz organiczny), unieszkodliwiony pod względem sanitarnym oraz redukcję masy odpadów kierowanych na składowisko (do około 40-50% pierwotnej masy). Współczesne technologie kompostowania nastawione są na maksymalne przyspieszenie „rozkładu” (tak naprawdę przemian) substancji organicznej, otrzymanie produktu (kompostu) dobrej jakości i ograniczenie ujemnego oddziaływania kompostowni na środowisko przyrodnicze. W wyniku procesów biochemicznych identycznych jak procesy glebotwórcze można z wydzielonej frakcji organicznej odpadów komunalnych uzyskać dobrej jakości nawóz organiczny (kompost) nadający się do poprawy struktury gleb i do nawożenia, przydatny zarówno w rolnictwie, jak również do rekultywacji zdegradowanych przez człowieka gleb czy innych terenów. Obecnie coraz częściej praktykuje się selektywne zbieranie składników szczególnie nadających się do kompostowania (odpady spożywcze, odpady z ogrodów) i przerabianie na kompost tych wybranych odpadów, ewentualnie z dodatkiem innych organicznych odpadów (np. z przemysłu spożywczego). Kompost uzyskany z takich „surowców” ma lepsze własności, można go bez obawy stosować do wielu celów. Proces kompostowania prowadzony jest w warunkach tlenowych, w wyniku czego do środowiska nie przedostają się substancje złozone. Odpowiednio przygotowane i eksploatowane kompostownie nie powodują szkodliwego oddziaływania na środowisko.

Kolejny z etapów hierarchicznego postępowania z odpadami to ich odzysk, w tym odzysk energii, czyli termiczne przekształcanie odpadów w celu odzyskania energii. Jest to najbardziej radykalna metoda unieszkodliwiania/odzysku odpadów. Termiczne prze-

kształcanie odpadów wzbudza wiele (choć najczęściej nieuzasadnionych merytorycznie) kontrowersji. Obecnie są to technologie szeroko stosowane na świecie (Niemcy 30%, Szwajcaria 60%, Japonia 78% ogólnej masy odpadów komunalnych). W Polsce w okresie powojennym wybudowano zaledwie jedną spalarnię odpadów komunalnych (w Warszawie oddany został do eksploatacji w 2001 r. Zakład Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych). W ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko planowana jest budowa (niezbędnych technologicznie) 10 regionalnych zakładów termicznego przekształcania odpadów. Metody termiczne często wykorzystywane są również do likwidacji odpadów niezagospodarowanych z innych zakładów przeróbki odpadów (np. w zakładach mechaniczno-biologicznego przetwarzania, gdzie w procesach przygotowania odpadów do stabilizacji tlenowej lub przy oczyszczaniu kompostu/stabilizatu wydziela się szereg składników palnych i niepalnych). W ostatnich latach coraz powszechniej wytwarza się z odpadów komunalnych specjalne paliwo (tzw. SRF – *solid recovered fuels*, czy dawniej RDF, BRAM), które można poddawać odzyskowi energii w konwencjonalnych paleniskach (energetyka zawodowa, cementownie etc.).

Ostatnim, i najczęściej niezbędnym, elementem każdego systemu gospodarki odpadami jest unieszkodliwianie, (w tym składowanie na składowiskach. Powinno ono opierać się o technologie bezpieczne dla środowiska (pod względem sanitarnym) i dotyczyć bezużytecznej pozostałości ze strumienia odpadów. Składowanie nie powinno być jednak traktowane jako podstawowa (często jedyna) technika unieszkodliwiania odpadów.

Brak podjęcia działań, mających na celu zmianę obecnego stanu GOK w Polsce budzi duże obawy co do dotrzymania terminów realizacji zadań nałożonych na RP przez UE, a dotyczących m.in. zmniejszenia ilości zmieszanych odpadów komunalnych kierowanych na składowiska odpadów, jak i osiągnięcia odpowiednich poziomów odzysku i recyklingu tych odpadów. W związku z powyższym, jak najszybciej należy podjąć działania umożliwiające dostosowanie obecnego systemu GOK do wymagań UE. Celem tych działań powinno być przede wszystkim:

- Uszczelnienie systemu GOK.
- Prowadzenie selektywnego zbierania odpadów komunalnych „u źródła”.
- Zmniejszenie ilości odpadów komunalnych, w tym odpadów ulegających biodegradacji kierowanych na składowiska odpadów.
- Zwiększenie liczby nowoczesnych instalacji do odzysku, w tym recyklingu, oraz unieszkodliwiania odpadów komunalnych w sposób inny niż składowanie.
- Całkowite wyeliminowanie nielegalnych składowisk odpadów, a tym samym zmniejszenie zaśmiecenia ziemi, w szczególności lasów i terenów rekreacyjnych.
- Prowadzenie właściwego sposobu monitorowania postępowania z odpadami komunalnymi zarówno przez właścicieli nieruchomości, jak i przedsiębiorstwa prowadzące działalność w zakresie odbierania tych odpadów od właścicieli nieruchomości.

- Zmniejszenie dodatkowych zagrożeń dla środowiska, wynikających z transportu odpadów komunalnych z miejsc ich powstania do miejsc odzysku lub unieszkodliwiania, przez podział województw na regiony gospodarki odpadami, w ramach których prowadzone będą wszelkie czynności związane z GOK.

Reasumując, wydaje się konieczne wprowadzenie jasno sprecyzowanych zmian do obecnego systemu, które w radykalny sposób powinny wpłynąć na zmianę gospodarowania odpadami komunalnymi w Polsce, tak aby zapewnić ich prawidłowe gromadzenie i przekazywanie przez mieszkańców i innych wytwórców oraz zagospodarowanie jak największej ilości tych odpadów metodami innymi niż składowanie.

Literatura

- CAFÉ, 2005. *Thematic strategy on air pollution*. COM(2005) 446 final.
- Badyda A., 2010. *Zagrożenia środowiskowe ze strony transportu*, „Nauka”, nr 4, s. 115-125.
- de Leeuw, Horálek J., 2009. *Assessment of the health impacts of exposure to PM_{2.5} at a European level*. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC) of the European Environmental Agency, Bilthoven 2009.
- GUS, *Stan środowiska w Polsce*, 2007, 2008, 2009 r.
- KPGO, 2010, *Krajowy plan gospodarki odpadami 2010* – uchwała Rady Ministrów Nr 233 z dnia 29 grudnia 2006 r. (M.P. z 2006 r., Nr 90, poz. 946).
- Kundzewicz Z. W., Juda-Rezler K., 2010. *Zagrożenia związane ze zmianami klimatu*, „Nauka”, nr 4, s. 69-76.
- Nriagu J.O., 1996. *A history of global metal pollution*, „Science”, nr 272, 223-224.
- WHO, 2007. *Health relevance of particulate matter from various sources*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2007.

Air pollution and municipal solid waste management related risks

The paper presents risks from ambient air pollution and municipal solid waste management, with particular emphasis on national problems. The state of air pollution at a global, European and Polish scales is discussed and Polish municipal solid waste management is compared to other European countries. Principal air pollutants and municipal solid waste components, responsible for harmful impacts on human health and the environment, are identified. Furthermore, the hierarchy of municipal solid waste management is described. Finally, the proposal of suggested methods for prevention and reduction of threats in Poland is given.

Key words: ambient air pollution, particulate matter, ozone, municipal solid waste management, integrated waste management system, threat